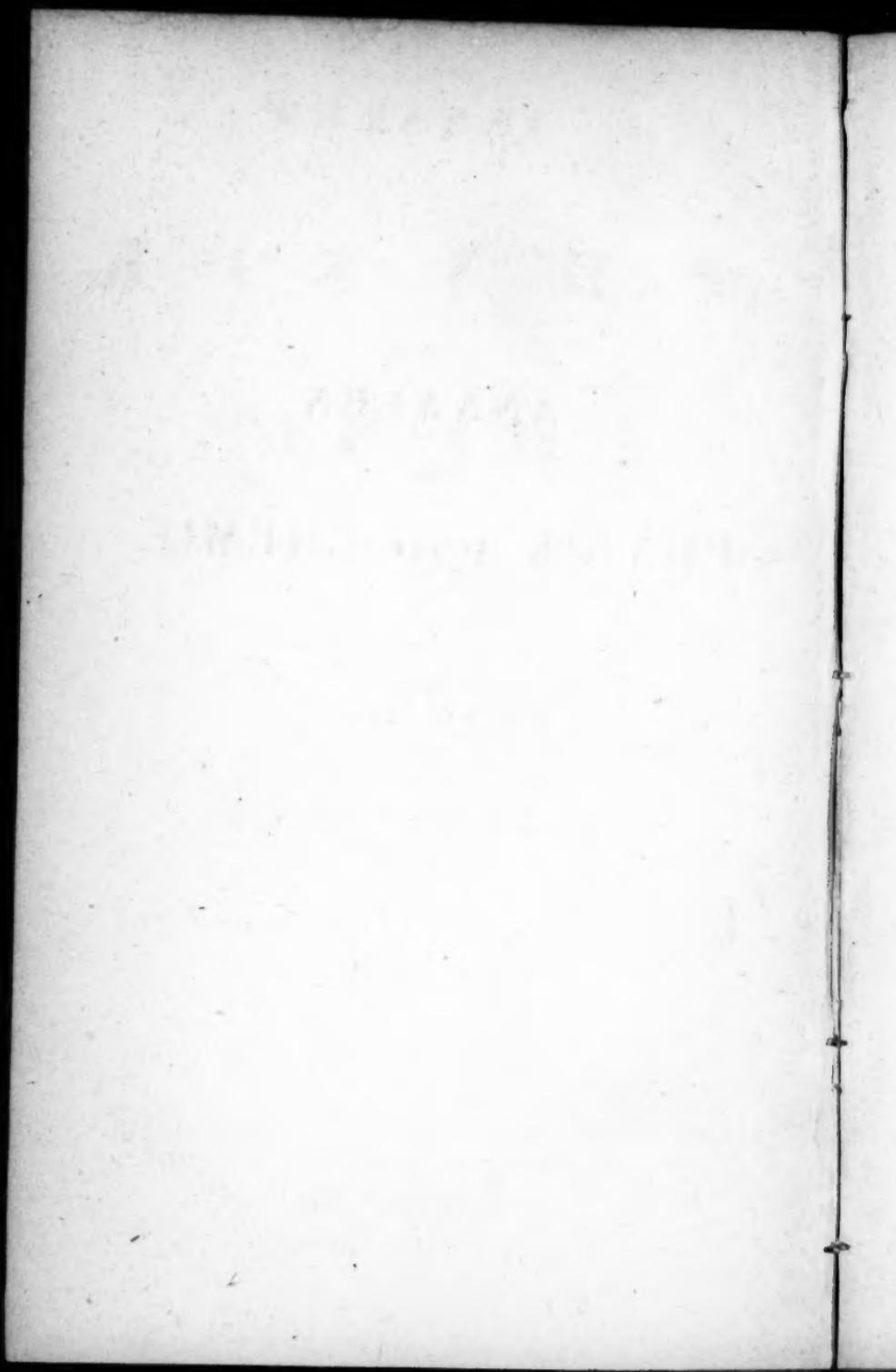


ANNALEN
DER
PHYSIK UND CHEMIE.

B A N D X C I X.



ANNALEN
DER
P H Y S I K
UND
C H E M I E.

VIERTE REIHE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

von

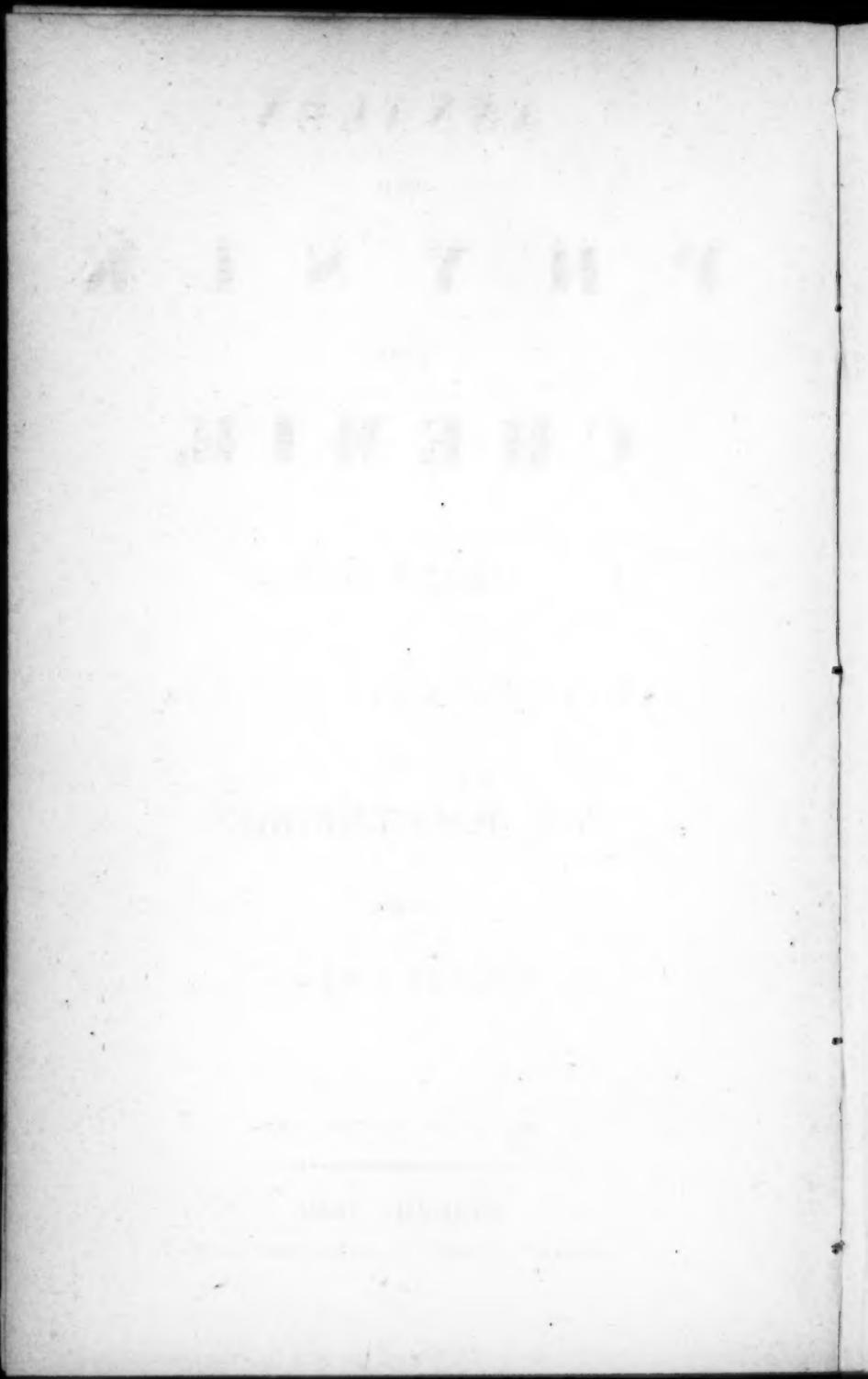
J. C. POGGENDORFF.

NEUNTER BAND.

NEBST FÜNF KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1856.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.



ANNALEN
DER
P H Y S I K
UND
C H E M I E.



HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

von

J. C. POGGENDORFF.

NEUN UND NEUNZIGSTER BAND.
DER GANZEN FOLGE HUNDERT UND FÜNF UND SIEBZIGSTER.

NEBST FÜNF KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1856.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.



1856. ANNALEN. No. 9.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XCIX.

I. *Ueber die elektrischen Pausen;*
von P. Rieß.

Die elektrischen Lichterscheinungen: der Funke, der Büschel und das Glühlicht, gehen leicht in einander über, und es ist schwierig, die Bedingungen festzustellen, unter welchen jede von ihnen stattfindet. Ein Versuch, der mir besonders geeignet erscheint, manche hierbei noch offene Frage zu beantworten, ist schon vor langer Zeit angestellt worden, hat aber bisher keine Beachtung gefunden. Er betrifft das Ausbleiben und Wiedererscheinen von Funken bei allmählich zunehmender Entfernung eines abgestumpften Kegels von dem Conductor einer Elektrisirmaschine, eine Erscheinung, die Groß entdeckt, sehr sorgfältig beobachtet, und unter dem Namen der elektrischen Pausen beschrieben hat ¹⁾). Obgleich seitdem eine grosse Menge von Versuchen über das elektrische Licht angestellt worden ist, so ist mir keine absichtliche Wiederholung jenes Versuches bekannt geworden, und nur Eine zufällige, die sich in Nairne's Untersuchung der besten Form der Blitzableiter befindet ²⁾). Der Versuch zeigt die elektrischen Lichterscheinungen in bestimmter Folge und ist, wenn der Apparat dazu eingerichtet ist, leicht und sicher aufzustellen; ich habe ihn bei der folgenden Einrichtung ohne Mühe erhalten. An den Conductor einer Elektrisirmaschine war ein Messingarmangeschraubt, mit dem durch ein Kugelgelenk ein 8 Zoll langer, $2\frac{1}{2}$ Linie dicker, Messingstab verbunden war, der an seinem Ende eine Messingkugel von

1) Elektrische Pausen von J. F. Groß. * Leipzig 1776. 8° 132 S.

2) Phil. transact. 1778 — abridg. by Hutton etc. * 14. 429.

1 Zoll Durchmesser trägt, und horizontal gestellt wurde (Taf. II Fig. 1). Auf der Kante eines Tisches war ein Glasstab befestigt mit einer Blechhülse am oberen Ende, durch welche das Ende eines $2\frac{1}{2}$ Linie dicken Messingstabes jener Kugel bis zur Berührung genähert, und 6 Zoll davon entfernt werden konnte. Die Blechhülse war durch einen Draht, der dem Conductor nicht näher kam, als die Tischkante, mit einer allgemeinen Ableitung verbunden, mit der auch das Reibzeug der Maschine in Verbindung stand. An das Ende des beweglichen Messingstabes wurde ein Messingstück angeschraubt, der Pausenkegel, dessen Durchschnitt in Fig. 2 gegeben ist ($ab 8\frac{1}{2}$, $bc 2\frac{1}{4}$, $cd 7\frac{1}{4}$, $de 1\frac{1}{4}$ Linie). Der kegelförmige Theil dieses Stückes war anfangs vollständiger, und wurde sehr behutsam so lange gerade abgestumpft, bis die sogleich zu beschreibende Erscheinung erhalten wurde. Diese etwas langwierige Arbeit darf der Beobachter sich nicht ersparen. Bei positiver Ladung des Conductors erhielt ich durch anhaltendes gleichmässiges Drehen der Elektrisirscheibe die folgende Reihe von Funken, bei allmählicher Entfernung des Pausenkegels von der Pausenkugel. Mit F ist der periodisch fortdauernde Uebergang von Funken bezeichnet, und mit f das Auftreten einzelner Funken in ungleichen Zwischenzeiten. Wo die Bezeichnung fehlt, war kein Funke zu erhalten.

Entfernung der Elektroden. Zoll												
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	2	$2\frac{1}{2}$	3	$3\frac{1}{2}$	4	$4\frac{1}{2}$
F	F								f	F	F	F

Es erscheinen also Funken von $\frac{1}{2}$ und von $2\frac{1}{2}$ Zoll Länge, aber keine von dazwischen liegender Länge. Die Pausendistanz, wie es Grofs nennt, hatte hier eine Ausdehnung von 2 Zoll und behielt sie bei allen Wiederholungen fast unverändert. Bei gröfserer Wirksamkeit der Maschine wurden noch einzelne Funken von $\frac{3}{4}$ Zoll Länge erhalten, dafür aber keine von $2\frac{1}{2}$ Zoll. Betrachtet man aus nicht zu grofser Nähe die Elektroden im Dunkeln, während sie in

der kleinsten Pausendistanz stehen, so sieht man an dem Ende des Kegels einen sehr kurzen und schmalen (negativen) Büschel, an der nächsten Stelle der Pausenkugel einen bläulich glimmenden Fleck. Bei allmählicher Entfernung der Elektroden von einander bleibt der Büschel ziemlich unverändert, der glimmende Fleck hingegen nimmt an Ausdehnung bedeutend zu. Nähert man den Elektroden, während sie in der Pausendistanz stehen, die Hand oder einen andern Leiter, so gehen zwischen jenen Funken über, die Pause ist aufgehoben, wie sich Gross ausdrückt. Als in den oben mitgetheilten Versuchen ein kleines Brett etwa 3 Zoll unter den Elektroden befestigt war, konnten Funken von allen bezeichneten Längen erhalten werden; die Erscheinung der Pausen fand also nicht statt.

Als erste Ursache der Pausenerscheinung ist die, durch die Nähe des Kegels hervorgebrachte, Anordnung der Elektricität auf der Oberfläche der Kugel anzugeben. Es ist bekannt, dass durch die Nähe eines abgeleiteten Körpers die elektrische Anordnung auf einem elektrisirten Körper wesentlich geändert wird, so dass zum Beispiel, theoretisch betrachtet, einem Punkte einer beliebig elektrisirten Kugel durch Näherung einer nicht elektrischen Kugel eine beliebig grosse Dichtigkeit gegeben werden kann. Indem der Pausenkugel ein abgeleiteter Kegel genähert wird, erhält der nächste Punkt der Kugel die grösste elektrische Dichtigkeit, und von da an nimmt die Dichtigkeit auf der Kugelfläche nach allen Seiten in einem bestimmten Verhältnisse stetig ab. Betrachten wir, worauf es hier allein ankommt, eine Kuppe (*calotte*) der Kugel, auf welcher die Dichtigkeit nicht geringer ist, als die zum Ausströmen der Elektricität erforderliche. Die Dichtigkeit auf dem höchsten Punkte und die Breite dieser Kuppe ist abhängig von der Gestalt und der relativen Grösse des der Kugel nahestehenden Kegels und von der Entfernung beider. War der Kegel eine dünne scharfe Spitz, so musste die Dichtigkeit auf dem nächsten (9 Linien entfernten) Punkte der Kugel sehr gross, die Breite der Kuppe sehr klein seyn, da

ich, obgleich der Conductor den grössten Theil seiner Elektricität verlor, kein Licht auf der Kugel bemerken konnte. Stand hingegen der Pausenkegel der Kugel nahe, so war die Dichtigkeit am höchsten Punkte der Kuppe nicht sehr gross im Verhältnisse zur mittleren Dichtigkeit der Kugel, wie eine Messung in der Torsionswage ergab. Die Breite der Kuppe musste aber bedeutend seyn, da sie bei Elektrisirung durch die Maschine leuchtend erschien. Während die Dichtigkeit der Kuppe um so kleiner war, je entfernter der Kegel von der Kugel stand, fand ich die grösste Breite der leuchtenden Kuppe (etwa $\frac{1}{2}$ Zoll) nicht bei der kleinsten Entfernung der Elektroden (9 Linien) sondern bei einer bedeutend grösseren (etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll). Diese Anordnung der Elektricität auf der Kugel giebt die Erklärung der Pausenerscheinung. Bei dauernder Wirksamkeit der Elektrissirmschine empfängt die Pausenkugel in einer gewissen Zeit eine bestimmte Elektricitätsmenge und damit die Dichtigkeit, die zu einem 4 zölligen Funken hinreicht. Wird während dieser Zeit, die gelieferte Elektricitätsmenge durch Ausströmen vermindert, so genügt die Dichtigkeit, welche die Kugel erreicht, nur zu Funken von geringerer Länge. Das Ausströmen erfolgt an jedem Punkte der Kugel, an dem die elektrische Dichtigkeit einen bestimmten Werth überschreitet, und ist um so wirksamer, je grösser diese Dichtigkeit ist. Bringt man der Kugel eine scharfe Metallspitze 1 bis 2 Linien nahe, so ist die Ausströmung sehr heftig, und die zurückbleibende Dichtigkeit der Kugel nur zu Funken gleicher Länge genügend. Entfernt man die Spitze weiter von der Kugel, so nimmt zwar die Heftigkeit der Ausströmung ab, aber nicht um so viel, um der Kugel die zu mehr als 2 Linien langen Funken nötige Dichtigkeit zu lassen. Die Funken bleiben aus, und ebenso bei allen grösseren Entfernungen. Soll die Spitze so weit entfernt werden, dass die Ausströmung aufhört, so muss die Entfernung viel über 4 Zoll betragen, und dann ist die ungeschwächte Dichtigkeit der Kugel nicht genügend zu einem so langen Funken. Dieser Vorgang findet im

Allgemeinen auch bei anderer Gestalt des der Kugel genäherten Körpers statt; man erhält Funken bis zu einer bestimmten Länge, und keine darüber. Nur bei einem ganz bestimmten Verhältnisse der Wirksamkeit der Maschine zu der Größe einer genäherten Kugel kann es geschehen, dass die Pausenerscheinung zwischen zwei Kugeln zu Stande kommt, wie es in dem eingangs erwähnten Versuche von Nairne der Fall war. Ein solcher Versuch ist nicht mit Sicherheit zu wiederholen. Sicher hingegen, weil in weiter Gränze von der Wirksamkeit der Maschine unabhängig, wird der Versuch bei Anwendung des Pausenkegels. Bei grösster Näherung desselben an die Pausenkugel ist die Vergrösserung der Dichtigkeit und dadurch bewirkte Ausströmung von Elektricität an der Kugel nicht hinreichend, das Erscheinen des Funkens zu verhindern. Es würde, bei der Abnahme dieser Dichtigkeit mit zunehmender Entfernung, der Funke in keiner Entfernung ausbleiben können, wenn nicht das Ausbleiben durch die Menge der ausströmenden Punkte, also durch die Breite der leuchtenden Kuppe der Kugel bewirkt würde. Bei der kleinsten Entfernung, in welcher der Funke ausbleibt (9 Linien) ist diese Breite nicht bedeutend, nimmt aber mit steigender Entfernung so lange zu, bis die Dichtigkeit in der Ausdehnung der Kuppe unter die Gränze gesunken ist, welche die Ausströmung bedingt. Alsdann nimmt die Breite der Kuppe wieder ab. In der Entfernung von $1\frac{1}{2}$ Zoll, wo die leuchtende Kuppe etwa $\frac{1}{2}$ Zoll breit ist, war die Dichtigkeit auf derselben so weit gesunken, dass nicht mehr das ruhige Glimmlicht allein erschien, sondern von dem Rande der Kuppe einzelne Lichtfäden büschelartig ausgesendet wurden. In gröserer Entfernung traten daher die Funken wieder auf und blieben so lange, als der Conductor Funken lieferte. Die Pausenerscheinung ist demnach bedingt durch das Verhältniss der grössten Dichtigkeit auf der Kugel und der Abnahme derselben auf der Kugelfläche, und ist abhängig von der Gestalt des Pausenkegels und seinem Grössenverhältnisse zur Pausenkugel. Aendert man die Gestalt des Kegels nur

wenig durch gröfsere Abstumpfung, so erhält man Funken bei allen bezeichneten Entfernungen, macht man ihn nur wenig spitzer, so erhält man Funken bis zu einer gewissen Länge und dann keine mehr.

Ebenso werden keine Pausen erhalten mit gröfseren oder kleineren Kugeln am Conductor, als die, für welche der Pausenkegel eingerichtet ist. Am leichtesten überzeugt man sich von der Aenderung der elektrischen Anordnung auf der Pausenkugel, und der dadurch bewirkten Aufhebung der Pause, wenn man bei dem Versuche einen Leiter der Kugel nähert, während an einer Stelle des Conductors eine Kugel in eine passende Entfernung gestellt ist. Unter der grossen Kugel *A* des Conductors (Fig. 1 Taf. II) wurde eine kleine Kugel in 9 Linien Entfernung aufgestellt, und der Pausenkegel 1 Zoll von der Pausenkugel entfernt. Auch bei dem anhaltendsten Drehen der Maschine erschien in keinem von beiden Zwischenräumen ein Funke. Als ich aber der Pausenkugel die Hand von oben her bis 10 Zoll näherte, gingen an der unteren Kugel *A* fortwährend Funken über, die bei Entfernung der Hand wieder ausblieben. Im Dunkeln wurde gesehen, dass die Nähe der Hand die leuchtende Kuppe auf der Pausenkugel ausgelöscht hatte. Es war also hier durch die Nähe eines Leiters die Anordnung auf der Kugel verändert, dadurch das Ausströmen der Elektricität beschränkt, und die dem Conductor verbleibende Elektricitätsmenge vermehrt worden. Dass, wenn die untere Kugel fehlt, die Funken, statt an dieser, zwischen Pausenkugel und Kegel selbst entstehen, hat nichts Auffallendes.

Die Elektricität der Pausenkugel wird nicht nur durch Ausströmen, sondern auch dadurch vermindert, dass der in ihrer Nähe an dem Pausenkegel entstehende Büschel negativ elektrisierte Luft auf sie zutreibt. Dieser Umstand kann aber nicht das Ausbleiben der Funken veranlassen, wie sich sogleich ergab, als ich den Conductor der Maschine negativ elektrisierte. Obgleich die Maschine negative Elektricität in geringerer Menge lieferte als positive, und obgleich hier der Pausenkegel einen sehr viel längeren

Büschen gegen die Kugel ausschickte, als früher, so wurden dennoch Funken von $\frac{1}{4}$ bis 2 Zoll Länge leicht erhalten, die bei positiver Elektrisirung ausgeblieben waren. Die Pausenerscheinung war hier nur unvollkommen ausgebildet, und zeigte sich dadurch, dass bei einigen Entfernungen der Elektroden (1, $1\frac{1}{4}$, $1\frac{1}{2}$ Zoll) die Funken zögernd und unregelmässig, mit zischenden Büscheln abwechselnd, übergingen, und durch Näherung eines Leiters an die Pausenkugel in regelmässigen Gang gesetzt wurden. Da es keinen Zweifel unterliegt, dass die Anordnung der negativen Elektricität auf der Kugel ganz dieselbe war, wie früher die der positiven, so würde diese Unvollkommenheit der Pausen sehr auffallend seyn, wenn nicht die Thatsache vorläge, dass in freier Lust die negative Elektricität viel schwieriger zum glimmenden Ausströmen zu bringen ist, als die positive. So konnte Faraday an dem abgerundeten Ende eines 0,3 Zoll dicken Metallstabes das Glimmen leicht durch positive, nicht aber durch negative Elektricität hervorbringen (*exper. research.* 1530).¹⁾ Die Unvollkommenheit der Pausen bei Anwendung von negativer Elektricität röhrt von dem schwierigen Glimmen dieser Elektricitätsart her und giebt einen Beweis mehr, dass die Pausen durch das Glimmen der Kugel bedingt werden.

Bei der gegebenen Erklärung der elektrischen Pausen habe ich eine Schwierigkeit nicht berührt, die mir von allgemeinem Interesse zu seyn scheint, da sie auch bei anderen, häufig angestellten Versuchen, vorkommt, aber, so viel ich weiß, noch nicht hervorgehoben worden ist. Ich habe das Ausbleiben der Funken in der Pausendistanz dem Umstände zugeschrieben, dass die dem Kegel nächste Kuppe der Kugel eine grössere Dichtigkeit besitzt, als die zu einem Funken nötige. Nun aber hat die im Conductor fortwährend erregte, in die Pausenkugel strömende Elektricität diese Dichtigkeit nicht plötzlich, sondern allmäthlich erreicht, und es muss ein Zeitpunkt da gewesen seyn, in welchem die Kugel gerade die zu einem Funken passende Dichtigkeit besaß. Die Frage ist: warum dieser Funke nicht auf-

1) Diese Ann. Bd. 48, S. 425. P.

getreten ist, und die fernere Steigerung der Dichtigkeit verhindert hat? Dieselbe Frage kann bei bekannteren Versuchen aufgeworfen werden. Gegen einen genäherten Leiter giebt eine grosse Kugel am Conductor einer Maschine lange Funken, eine kleine Kugel aber Büschel. Wenn bei langsamem Drehen der Maschine an einer Stelle des Conductors Büschel entstehen, so können diese häufig durch schnelleres Drehen in Glimmen verwandelt werden. Eine glatte Kugel, die Funken giebt, liefert Büschel, wenn sie rauh gemacht wird, und so weiter. Bei allen diesen Fällen wird dasselbe Bedeuten rege, weshalb eine Erscheinung höherer Dichtigkeit aufgetreten, und eine geringerer Dichtigkeit ausgeblieben, obgleich die Dichtigkeit allmählich gesteigert worden ist. Diese Schwierigkeit nöthigt, wie ich glaube, zu der Annahme, dass zur Entstehung eines Funkens nicht nur eine bestimmte Dichtigkeit erforderlich ist, sondern dass diese Dichtigkeit eine Zeit lang bestehen müsse. Hiernach bricht der Funke erst einige Zeit später aus, als die Elektroden die dazu nöthige Dichtigkeit erlangt haben. Mag diese Zeit noch so klein seyn, so ist sie jedenfalls sehr groß in Bezug auf die Zeit, in welcher die Elektricität sich auf guten Leitern anordnet, und dann ist es nicht auffallend, dass an der zu einer höheren Dichtigkeit gelangten Stelle, statt des Funkens, eine andere Entladungsart auftritt. In gleicher Weise wird Zeit nöthig seyn, bis der Büschel und das Glimmlicht zu Stande kommt, und es wird allgemein gesagt werden müssen, dass ein Hinderniss zu überwinden ist, ehe die auf der Oberfläche eines Leiters ruhende Elektricität sich auf die nächste Schicht des angränzenden Mediums fortpflanzen kann, und dass diese Ueberwindung Zeit erfordert. Diese Annahme schliesst sich gut dem sogenannten Uebergangswiderstände an, der in Betracht gezogen werden muss, wenn der elektrische Strom aus einem Medium in ein anderes übergeht.

Bei dem Pausenversuche erhält die Pausenkugel bei jeder Entfernung des Kegels mehr Elektricität, als die zu einem Funken nöthige Dichtigkeit auf der Kugel erfordert,

aber ein Theil dieser Elektricität geht durch Ausströmung verloren. Bei kleinen Entfernungen der Elektroden ist die ausströmende Stelle von großer Dichtigkeit aber nur beschränkter Ausdehnung, und die zu einem Funken nötige Dichtigkeit ist gering; daher sinkt die Dichtigkeit der Kugel fortwährend nicht tiefer, als das Erscheinen des Funken verlangt. Bei den großen Entfernungen des Pausenkugels (von $2\frac{1}{2}$ Zoll an) ist die ausströmende Stelle klein und von geringer Dichtigkeit; es bleibt also auch hier der Kugel die zu einem Funken nötige Elektricitätsmenge. Steht der Kegel hingegen in der Pausendistanz, so ist die Ausdehnung der ausströmenden Stelle und ihre Dichtigkeit groß, und die Dichtigkeit der Kugel sinkt daher sogleich von ihrem höchsten Werthe bis unter den, welcher zu einem Funken nötig ist. Man sieht hieraus, dass den Funken bei den Pausenversuchen ein Ausströmen, das mit dem tönnenden Büschel endigt, vorangegangen seyn muss. Bei einigen Stellungen des Kegels lässt sich dies Ausströmen durch das Auge erkennen, bei anderen wird es dem Ohr durch ein eigenhümliches Geräusch merklich, das den Schall des Funken begleitet. Die sichtlichen Büschel, die mit Funken abwechseln, kommen in der Nähe des Anfanges und des Endes der Pausen vor, da wo man die längsten kleinen und die kleinsten langen Funken erhält. Hier geschieht es zuweilen, dass man bei dem Beginn des Versuches Funken erhält, bei der Fortsetzung aber keine. Um dann wieder Funken zu erhalten, muss man den Versuch während einiger Minuten aussetzen, oder besser, den Conductor einige Sekunden lang negativ elektrisiren, und dann den Versuch fortsetzen. Das Ausbleiben der Funken wird hier durch eine Elektrisirung der Luft bewirkt, welche die elektrische Anordnung auf der Pausenkugel verändert, und wird gehoben, wenn die Luft durch Aufnahme der entgegengesetzten Elektricitätsart wieder unelektrisch geworden ist.

II. Ueber die Elektricitätsmenge, welche bei galvanischen Strömen durch den Querschnitt der Kette fließt;
von Wilhelm Weber und R. Kohlrausch¹⁾.

I. Aufgabe.

Die Vergleichung der Wirkungen einer geschlossenen galvanischen Kette mit den Wirkungen des Entladungsstromes angesammelter freier Elektricität hat zu der Annahme geführt, dass diese Wirkungen von einer *Elektricitätsbewegung* in der Kette herrühren. Wir denken uns in den die Kette constituirenden Körpern ihre *neutrale* Elektricität in Bewegung, in der Art, dass deren gesamter positiver Theil nach der einen Richtung sich in geschlossenem, zusammenhängendem Kreise herumschiebt, der negative nach der entgegengesetzten Richtung. Der Umstand, dass nirgends durch diese Bewegung eine Aufhäufung der Elektricität entsteht, fordert die Annahme, dass durch jeden Querschnitt in gleicher Zeit die gleiche Elektricitätsmenge hindurchfließe.

Man hat sich darüber geeinigt, dass man die *Größe dieses Fließens*, die sogenannte *Stromintensität*, proportional setzen will der Elektricitätsmenge, welche in derselben Zeit durch den Querschnitt der Kette hindurchgeht. Soll also eine bestimmte Stromintensität durch eine *Zahl* ausgedrückt werden, so ist festzusetzen, welche *Strominten-*

1) Der Herr Herausgeber wünschte für die Annalen einen Bericht über eine von Prof. VWeber und mir gemeinschaftlich ausgeführte Arbeit, deren Resultate unter Prof. VWebers wesentlicher und schlusslicher Redaktion im 5ten Bande der Abhandlungen der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig unter dem Titel: *Elektrodynamische Maassbestimmungen, insbesondere Zurückführung der Stromintensitätsmessungen auf mechanisches Maass* (Leipzig bei S. Hirzel. 1856) niedergelegt sind. Ich gebe hiermit einen kurzen Auszug.
Kohlrausch.

tensität zum Maafse dienen soll, d. h. welche Gröfse des Fliesen man mit *Eins* bezeichnen will.

Am einfachsten wäre es hier, wie überhaupt bei einem jeden Fliesen, diejenige Gröfse des Fliesen mit Eins zu bezeichnen, welche entsteht, wenn in der Zeiteinheit die Einheit der Flüssigkeit durch den Querschnitt geht, also das Maaf der Stromintensität aus ihrer Ursache zu definiiren. Die Einheit des elektrischen Fluidums ist in der Elektrostatik durch die *Kraft* bestimmt, mit welcher die freien Elektricitäten in der Entfernung auf einander wirken. Denkt man zwei gleiche Mengen von Elektricität derselben Art in zwei Punkten concentrirt, deren Entfernung die Längeneinheit ist, und ist dann die Kraft, mit welcher sie abstossend auf einander wirken, gleich der *Krafteinheit*, so ist die in jedem der beiden Punkte befindliche Elektricitätsmenge das *Maaf* oder die *Einhcit* der freien Elektricität.

Als Krafteinheit wird dabei *diejenige Kraft* angenommen, *durch welche die Masseneinheit während der Zeiteinheit um die Längeneinheit beschleunigt wird*. Dadurch also, dass die Einheiten für die Länge, Zeit und Masse festgesetzt werden, ist nach den Principien der Mechanik zugleich das Maaf für die Kräfte gegeben, und indem wir an letzteres das Maaf für die freie Elektricität anknüpfen, haben wir gleichzeitig ein Maaf für die Stromintensität.

Dieses Maaf, welches das *mechanische Maaf* der Stromintensität heissen soll, setzt also *die Intensität desjenigen Stromes zur Einheit*, *welcher entsteht, wenn in der Zeiteinheit die Einheit der freien positiven Elektricität in der einen Richtung, eine gleiche Menge negativer Elektricität in der entgegengesetzten Richtung durch jeden Querschnitt der Kette fliesst*.

Nach diesem Maafse können wir nun die Messung der Intensität eines vorhandenen Stromes nicht ausführen, denn wir kennen weder die Menge des neutralen elektrischen Fluidums, welche in der Cubikeinheit des Leiters vorhanden ist, noch kennen wir die Geschwindigkeit, mit wel-

cher sich die beiden Elektricitäten bei dem Strome verschieben. Wir können die Intensität der Ströme nur durch die *Wirkungen* vergleichen, welche sie hervorbringen.

Eine dieser Wirkungen ist z. B. die *Wasserzersetzung*. Es kommen hinreichende Gründe zusammen, die Stromintensität der Wassermenge proportional zu setzen, welche in derselben Zeit zerlegt wird. Danach würde man *diejenige Stromintensität mit Eins bezeichnen, bei welcher in der Zeiteinheit die Masseneinheit Wasser zerlegt wird*, also z. B., wenn die Sekunde und das Milligramm als die Maasse der Zeit und der Masse angenommen werden, *diejenige Stromintensität, bei welcher in einer Sekunde ein Milligramm Wasser zersetzt wird*. *Dieses Stromintensitäts-Maass heißt das elektrolytische.*

Nun entsteht die natürliche Frage, wie sich dieses elektrolytische Maass der Stromintensität zu dem vorhin festgesetzten mechanischen Maasse verhalte, also die Frage, wie viele (elektrostatisch oder mechanisch gemessene) positive Elektricitätseinheiten in der Richtung des positiven Stromes während der Sekunde durch den Querschnitt fließen, wenn dabei in dieser Zeit ein Milligramm Wasser zerlegt wird.

Eine andere Wirkung des Stromes ist das *Drehungsmoment*, welches er auf eine Magnetrödel ausübt und von dem wir ebenfalls voraussetzen, dass es unter sonst gleichen Umständen der Stromintensität proportional sey. Soll durch diese Art Wirkung eine Stromintensität gemessen werden, so sind die *Verhältnisse* festzusetzen, unter denen das Drehungsmoment beobachtet werden soll. Man könnte diejenige Stromintensität mit Eins bezeichnen, welche unter beliebig festgesetzten räumlichen Verhältnissen ein beliebig festgesetztes Drehungsmoment auf einen beliebig gewählten Magneten ausübt. Wenn dann unter denselben Verhältnissen ein m Mal so großes Drehungsmoment beobachtet würde, so müfste die dabei herrschende Stromintensität mit m bezeichnet werden. Das Unpraktische solcher willkürlichen Maasse hat aber eben zu den *absoluten Ma-*

lsen geführt und so ist in diesem Falle das elektromagnetische Maas der Stromintensität an das absolute Maas für den Magnetismus anzuknüpfen. Das geschieht durch folgende Festsetzung der *Normalverhältnisse* für die Beobachtungen der magnetischen Wirkungen eines Stromes:

Der Strom geht durch einen kreisförmigen Leiter, welcher die Flächeneinheit umschließt und wirkt auf einen Magnet, welcher die Einheit des Magnetismus besitzt, aus einer beliebigen aber großen Entfernung = R; der Mittelpunkt des Magnets liegt in der Ebene des Leiters und seine magnetische Axe ist nach dem Mittelpunkte des kreisförmigen Leiters gerichtet. — Das von dem Strom auf den Magneten ausgeübte, nach mechanischem Maafse ausgedrückte Drehungsmoment D ist unter diesen Verhältnissen verschieden sowohl nach Verschiedenheit der Stromintensität, als auch nach Verschiedenheit der Entfernung R : das Product $R^3 D$ hängt aber bloß von der Stromintensität ab und ist daher unter diesen Verhältnissen die messbare Wirkung des Stroms, nämlich dasjenige, wodurch die Stromintensität zu messen ist, wonach man also zum *magnetischen Maafse der Stromintensität* die Intensität desjenigen Stromes erhält, für welchen $R^3 D = 1$ ist. — Die elektromagnetischen Gesetze lehren, daß dieses Maas der Stromintensität zugleich die Intensität desjenigen Stromes ist, welcher, wenn er eine Ebene von der Größe der Flächeneinheit umschließt, in der Ferne überall die Wirkungen eines im Mittelpunkte jener Ebene befindlichen Magneten ausübt, welcher die Einheit des Magnetismus besitzt und dessen magnetische Axe auf der Ebene senkrecht steht; — oder auch, daß es die Intensität desjenigen Stromes ist, von welchem eine *Tangenteboussole mit einfacherem Ringe vom Halbmesser = R* bei einer Ablenkung vom magnetischen Meridiane

$$\varphi = \text{arc.} \tg \frac{2\pi}{RT}$$

im Gleichgewichte gehalten wird, wenn T die horizontale Intensität des Erdmagnetismus bezeichnet.

Auch hier entsteht die natürliche Frage über das Ver-

hältniss des *mechanischen Maafses* der Stromintensität zu diesem *magnetischen Maafse*, also die Frage, wie viel Mal die elektrostatische Einheit der Elektricitätsmenge während einer Sekunde durch den Querschnitt der Kette hindurchgehen müsse, um diejenige Stromintensität hervorzubringen, von welcher die eben genannte Ablenkung φ der Nadel einer Tangentenboussole bewirkt wird.

Dieselbe Frage wiederholt sich bei der Betrachtung eines *dritten Stromintensitätsmaafses*, welches den elektrodynamischen Wirkungen der Ströme entnommen ist und deswegen das *elektrodynamische Maaf* der Stromintensität heißt.

Nun sind die drei von der Wirkung der Ströme hergenommenen Maafse schon unter einander verglichen. Man weiß, dass das magnetische Maaf $\sqrt{2}$ Mal grösser ist als das elektrodynamische, aber $106\frac{2}{3}$ Mal kleiner als das elektrolytische, und es ist deswegen, um die Frage zu lösen, wie diese drei Maafse sich zum *mechanischen Maafse* verhalten, nur nötig, das letztere mit *einem* der übrigen zu vergleichen.

Dieses war der Zweck der unternommenen Arbeit, welcher zu erreichen war durch die Lösung der folgenden

Aufgabe:

Es sey ein constanter Strom gegeben, von welchem eine Tangentenboussole mit einfachem Multiplicatorkreise vom Halbmesser $= R^{\text{mm}}$ bei einer Ablenkung $\varphi = \arg. \tan g. \frac{2\pi}{RT}$ im Gleichgewichte erhalten wird, wenn T die Intensität des die Boussole lenkenden horizontalen Erdmagnetismus bezeichnet: es soll bestimmt werden, wie die Elektricitätsmenge, welche bei einem solchen Strome in einer Sekunde durch den Querschnitt des Leiters fliesst, sich zu der Elektricitätsmenge auf jeder von zwei gleich geladenen (unendlich) kleinen Kugeln verhält, welche einander aus der Entfernung von 1 Millimeter mit der Einheit der Kraft abstoßen. Es soll dabei zur Einheit der Kraft diejenige Kraft genommen werden,

welche der Masse eines Milligramms in einer Sekunde 1 Millimeter Geschwindigkeit ertheilt.

2. Lösung dieser Aufgabe.

Hat man auf einem isolirten Leiter eine Menge E von freier Elektricität angesammelt und läßt (unter Einschaltung einer Wassersäule) dieselbe durch einen Multiplicator nach der Erde strömen, so wird die Magnetnadel abgelenkt. Die Grösse der ersten Elongation hängt bei demselben Multiplicator und derselben Nadel lediglich von der Menge der entladenen Elektricität ab, indem die Entladungszeit so kurz gegen die Schwingungsdauer der Nadel ist, daß die Wirkung als ein Stoß betrachtet werden darf.

Wenn man einen constanten Strom eine ähnliche kurze Zeit durch einen Multiplicator leitet, so ertheilt man der Nadel einen ähnlichen Stoß und auch in diesem Falle hängt die Grösse der ersten Elongation lediglich von der Elektricitätsmenge ab, welche während der Dauer des Stromes durch den Querschnitt des Multiplicatordrahtes sich bewegt.

Wäre nun bei demselben Multiplicator genau dieselbe Elongation entstanden, das eine Mal, indem man die bekannte Menge E von freier Elektricität entlud, das andere Mal indem man einen constanten Strom eine kurze Zeit wirken ließ, so ist, wie sich beweisen läßt, die Menge positiver Elektricität, welche während dieser kurzen Zeit bei dem constanten Strome in der Richtung dieses Stromes durch den Querschnitt floß, gleich $\frac{1}{2} E$.

Hiernach fordert die gestellte Aufgabe die Lösung folgender zwei Aufgaben:

a) eine angesammelte Menge E von freier Elektricität in den angegebenen elektrostatischen Maafse zu messen und bei ihrer Entladung die Elongation der Magnetnadel eines Galvanometers zu beobachten;

b) die kleine Zeit τ zu bestimmen, während welcher ein constanter Strom von der Intensität = 1 (nach magnetischem Maafse) durch den Multiplicator desselben Galvanometers

sießen muss, damit er der Nadel dieselbe Elongation ertheile.

Multiplicirt man dann $\frac{1}{2}E$ mit der Zahl, welche anzeigen, wie oft τ in der Sekunde enthalten ist, so erhält man in der Zahl $\frac{E}{2\tau}$ die positive Elektricitätsmenge ausgedrückt, welche bei einem Strom, dessen Intensität nach magnetischem Maafse = 1 ist, während der Sekunde in der Richtung des positiven Stromes den Querschnitt des Leiters passirt.

Die Aufgabe *a* wurde in folgender Weise behandelt.

Es wurde zuerst mit Hülfe des Sinus-Elektrometers das Verhältniss mit großer Genauigkeit bestimmt, in welchem sich die Ladung einer kleinen Leidener Flasche zwischen ihr selbst und einer etwa 13 zölligen, mit Stanniol bekleideten Kugel theilte, welche entfernt von den Wandungen des Zimmers gut isolirt aufgehängt war, so dass aus der auf die Kugel übergegangenen Elektricitätsmenge, sobald man diese zu messen verstand, auch die in der kleinen Flasche zurückgebliebene Menge bis auf einen Theil eines Procentes berechnet werden konnte.

Die Beobachtungen bestanden darauf in Folgendem:

Die Flasche wurde geladen, die große Kugel mit ihrem Knopfe berührt, drei Sekunden später die in der Flasche zurückgebliebene Ladung durch einen aus 5635 Windungen gebildeten Multiplikator¹⁾ unter Einschaltung von zwei mit Wasser gefüllten langen Röhren entladen und die erste Elongation φ der mit einem Spiegel nach Art der Magnetometer versehenen Magnettadel beobachtet. Zugleich wurde jetzt die große Kugel mit der ungefähr 1 zölligen Standkugel einer in sehr großem Maafsstäbe ausgeführten Torsionswaage²⁾ berührt. Diese Standkugel, in die Tor-

1) Der mittlere Durchmesser der Windungen betrug 266mm; der fast $\frac{3}{4}$ Meilen lange und sehr gut mit Seide besponnene Draht war vorher seiner ganzen Länge nach durch Collodium gezogen, während die Wandungen des Gehäuses stark mit Siegellack bekleidet waren. Ein kräftiger Kupferdämpfer beruhigte die Schwingungen.

2) Der Kasten der Torsionswaage, in dessen Mitte die Kugeln sich be-

sionswaage gebracht, halbirte ihre empfangene Ladung mit der beweglichen Kugel, worauf sich die Torsion messen ließ, welche während einer längeren Zeit in abnehmendem Maafse erforderlich war, um die beiden Kugeln in einer ganz bestimmten, vorher ausgemittelten Entfernung zu erhalten. — Aus dem durch Schwingungsversuche in bekannter Weise ermittelten Torsionscoëfficienten des Drahtes und den genau bestimmten Dimensionen konnte unter Berücksichtigung der nicht gleichförmigen Vertheilung der Elektricität auf den beiden Kugeln (welche Rücksichtnahme durch die gegen ihre Entfernung von einander nicht unbedeutende Grösse der Kugeln geboten wurde), die Elektricitätsmenge in dem geforderten absoluten Maafse gemessen werden, welche in jedem Augenblicke in der Torsionswaage sich befand. Durch die beobachtete Abnahme der Torsion ergab sich zugleich der Elektricitätsverlust, so dass es möglich wurde, durch dessen Berücksichtigung ebenfalls anzugeben, wie gros diese Menge gewesen wäre, wenn sie in dem Augenblicke schon in der Torsionswaage sich hätte befinden können, in welchem die grosse Kugel von der Leidener Flasche geladen wurde. — Diese Menge war also von der grossen Kugel auf die Standkugel übergegangen. Aus den genau gemessenen Halbmessern dieser Kugeln konnte (nach Plana's Arbeiten) das Verhältniss der Theilung der Elektricität zwischen ihnen berechnet werden, so dass durch die Abmessung in der Torsionswaage ohne weiteres die Elektricitätsmenge bekannt wurde, welche nach Ladung der grossen Kugel in der Leidener Flasche zurückgeblieben und 3 Sekunden später durch den Multipli-cator entladen war. Sie bedurftete nur noch einer kleinen Correction wegen des Verlustes an disponibler Ladung,

fanden, war parallelepipedisch, 1,16 Meter lang, 0^m,81 breit, und 1^m,44 hoch. Die lange Schellackstange, an welcher durch einen seitlichen Schellackarm die bewegliche Kugel befestigt war, trug zur Beobachtung der Stellung der Kugel unter einen Spiegel und tauchte dann in ein Gefäß mit Oel, wodurch die Schwankungen sehr rasch beseitigt wurden.

welcher während dieser 3 Sekunden durch Ausströmen an die Luft und durch Rückstandsbildung entstanden war.

In der folgenden Tabelle sind die Resultate von fünf auf einander folgenden Versuchen zusammengestellt. Die mit E überschriebene Column enthält die entladenen Elektritätsmengen, die mit s überschriebene die entsprechenden Ablenkungen der Magnetnadel in Scalenteilen, und die mit φ überschriebene dieselben Ablenkungen, aber in Bogen für den Radius = 1.

Nr.	E	s	φ
1	36060000	73,5	0,0057087
2	41940000	80,9	0,0062136
3	49700000	96,5	0,0074952
4	44350000	91,1	0,0070757
5	49660000	97,8	0,0075962

Die Aufgabe b verlangt die Zeiten τ zu wissen, während welcher ein Strom von derjenigen Intensität, welche im magnetischen Strommaafse mit 1 bezeichnet wird, durch denselben Multiplicator fliessen muss, um die in den fünf Versuchen beobachteten Elongationen φ hervorzubringen.

Es ist in dem »zweiten Theile der elektrodynamischen Maafsstimmungen von W. Weber« das Drehungsmoment entwickelt, welches von dem eben bezeichneten Strom auf eine Magnetnadel ausgeübt wird, welche den Windungen des Multiplicators parallel steht. Dieses Drehungsmoment ist proportional dem magnetischen Momenten der Nadel und der Zahl der Windungen, außerdem aber eine Function der Dimensionen des Multiplicators und der Vertheilung der magnetischen Fluida in der Nadel, wofür es genügt, den Abstand der Schwerpunkte der beiden magnetischen Fluida zu bestimmen, welche statt der wirklichen Vertheilung des Magnetismus auf der Oberfläche der Nadel vertheilt gedacht werden können. Bei der gegen den Durchmesser des Multiplicators immer noch kleinen Nadel konnte für diesen Abstand ein aus der Gestalt der Nadel entnommener Werth mit hinreichender Sicherheit gesetzt werden, so

dafs das bezeichnete Drehungsmoment D als unbekannt nur noch das magnetische Moment der Nadel enthielt. — Wenn dieses Drehungsmoment während einer gegen die Schwingungsdauer t der Nadel sehr kurzen Zeit τ wirkt, so findet man die dadurch der Nadel ertheilte angulare Geschwindigkeit in dem Ausdrucke

$$\frac{D}{K} \tau,$$

wobei K das Trägheitsmoment bedeutet. Die Beziehung zwischen dieser angularen Geschwindigkeit und der ersten Elongation φ führt dann zu einer Gleichung zwischen τ und φ ,

$$\tau = \varphi \cdot A,$$

worin A eine aus lauter scharf zu messenden Grössen zusammengesetzte, also bekannte Constante bedeutet, nämlich $A = 0,020915$ für die Sekunde als Zeitmaas.

Fragt es sich also, während welcher Zeiten τ ein constanter Strom von der magnetischen Stromintensität = 1 durch den Multiplicator fliessen musste, um die obigen fünf beobachteten Elongationen hervorzubringen, so braucht man deren Werthe nur in diese Gleichung für τ einzusetzen. Auf diese Weise ergeben sich in Sekunden die Werthe

Nr.	τ
1	0,0001194
2	0,0001300
3	0,0001568
4	0,0001480
5	0,0001589

Dividirt man nun $\frac{1}{2} E$ in den fünf Versuchen durch das zugehörige τ , so findet sich

Nr.	$\frac{E}{2\tau}$
1	$151000 \cdot 10^6$
2	$161300 \cdot 10^6$
3	$158500 \cdot 10^6$
4	$149800 \cdot 10^6$
5	$156250 \cdot 10^6$

also im Mittel

$$\frac{E}{2\pi} = 155370 \cdot 10^6.$$

Das *mechanische Maass der Stromintensität* verhält sich also

zum *magnetischen* wie $1 : 155370 \cdot 10^6$,

zum *elektrodynamischen* wie $1 : 109860 \cdot 10^6$

$$(= 1 : 155370 \cdot 10^6 \cdot \sqrt{\frac{1}{2}}),$$

zum *elektrolytischen* wie $1 : 16573 \cdot 10^9$

$$(= 1 : 155370 \cdot 10^6 \cdot 106^2).$$

3. Anwendungen.

Unter den Anwendungen, welche von der Zurückführung der gebräuchlichen Maasse für die Stromintensität auf mechanisches Maass gemacht werden können, ist die wichtigste die Bestimmung der Constanten, welche in dem elektrischen Grundgesetz vorkommt, durch welches die Elektrostatik, Elektrodynamik und Induction zugleich umfasst werden. Nach diesem Grundgesetz ist die Wirkung der Elektricitätsmenge e auf die Menge e' in der Entfernung r bei der relativen Geschwindigkeit $\frac{dr}{dt}$ und der relativen Beschleunigung $\frac{ddr}{dt^2}$ gleich

$$\frac{ee'}{rr} \left[1 - \frac{1}{cc} \left(\frac{dr^2}{dt^2} - 2r \frac{ddr}{dt^2} \right) \right],$$

und die Constante c stellt dabei diejenige relative Geschwindigkeit vor, welche die elektrischen Massen e und e' haben und behalten müssen, wenn sie gar nicht mehr auf einander wirken sollen.

Im Vorigen ist das Verhältniss des magnetischen Maasses zum mechanischen gefunden worden

$$= 155370 \cdot 10^6 : 1;$$

in der zweiten Abhandlung über *elektrische Maassbestimmungen* ist dasselbe Verhältniss gefunden

$$= c \sqrt{2} : 4;$$

die Gleichstellung dieser Verhältnisse liefert

$$c = 439450 \cdot 10^8$$

Längeneinheiten, nämlich Millimeter, also eine Geschwindigkeit von 59320 Meilen in der Sekunde.

Die Einsetzung des Werthes von c in das obige elektrische Grundgesetz lässt begreifen, warum die elektrodynamische Wirkung elektrischer Massen, nämlich

$$\frac{ee'}{rr} \frac{1}{cc} \left(\frac{dr^2}{dt^2} - 2r \frac{ddr}{dt^2} \right)$$

gegen die elektrostatische

$$\frac{ee'}{rr}$$

immer verschwindend klein erscheint, so dass die erstere überhaupt nur bemerkbar bleibt, wenn, wie beim galvanischen Strome, die elektrostatischen Kräfte durch die Neutralisation der positiven und negativen Elektricität sich vollkommen aufheben.

Von den übrigen Anwendungen soll hier nur die Anwendung auf die Elektrolyse kurz mitgetheilt werden.

Es ist oben angegeben, dass bei einem Strom, der in der Sekunde 1^{m^g} Wasser zersetzt,

$$106\frac{2}{3} \cdot 155370 \cdot 10^6$$

positive Elektricitätseinheiten in der Richtung des positiven Stromes in jeder Sekunde durch den Querschnitt der Kette gehen und dieselbe Menge an negativer Elektricität in der entgegengesetzten Richtung.

Der Umstand, dass bei der Elektrolyse ponderable Massen bewegt werden, dass diese Bewegung durch elektrische Kräfte hervorgebracht wird, welche nur wieder auf Elektricität, nicht unmittelbar auf das Wasser wirken, führt zu der Vorstellung, dass im Wasseratom das *Wasserstoffatom* freie positive, das *Sauerstoffatom* freie negative Elektricität besitze. Es kommen mancherlei Gründe zusammen, weshalb man eine Elektricitätsbewegung im Wasser nicht ohne Elektrolyse denken will, und weshalb man annimmt, dass das Wasser nicht im Stande sey, die Elektricität nach Art der Leiter durch sich hindurch strömen zu lassen. Sieht man also an der einen Elektrode eben so viele positive

Elektricität aus dem Wasser auftreten, wie der anderen Elektrode während derselben Zeit durch den Strom zugeführt wird, so ist diese auftretende positive Elektricität diejenige, welche den ausgeschiedenen Wasserstofftheilchen angehört hat.

Stellt man sich auf diesen Standpunkt, so dass man also die ganze Elektricitätsbewegung im Elektrolyten an die Bewegung der ponderablen Atome knüpft, so geht zunächst aus den oben gewonnenen Zahlen hervor, dass die Wasserstoffatome in 1 Millimeter Wasser $106\frac{2}{3} \cdot 155370 \cdot 10^6$ Einheiten an freier positiver Elektricität besitzen, die Sauerstoffatome eine gleiche Menge an negativer Elektricität.

Daraus folgt zweitens, dass diese Elektricitätsmengen zusammen das *Minimum von neutraler Elektricität* bezeichnen, welche in einem Milligramm Wasser enthalten ist. Würden nämlich die Atome des Wassers außer ihren freien Elektricitäten noch neutrale Elektricität besitzen, was hier dahingestellt bleiben mag, so würde die Masse der neutralen Elektricität in einem Milligramm Wasser noch grösser seyn.

Man ist unter den obigen Voraussetzungen aber auch im Stande, die *Kraft* anzugeben, mit welcher auf die Gesamtheit der Wasserstofftheilchen einer Wassermasse in der einen Richtung, auf die Gesamtheit der Sauerstofftheilchen in der entgegengesetzten Richtung gewirkt wird.

Man denke sich z. B. eine cylindrische Röhre von $\frac{1}{9}$ Quadratmillimeter Querschnitt, welche als Zersetzungszelle dienen soll, mit einem Gemische von Wasser und Schwefelsäure vom specifischen Gewichte 1,25 angefüllt, welche also in jedem 1^{mm} langen Stücke ein Milligramm Wasser enthält. Durch Horsford kennen wir das Verhältniss des specifischen Widerstandes dieser Mischung zu dem des Silbers und durch Lenz das Verhältniss des Widerstandes des Silbers zu dem des Kupfers. In den Abhandlungen der K. Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen (Bd. 5 „über die Anwendung der magnetischen Induction auf Messung der Inclination mit dem Magnetometer“) ist der Wi-

derstand des Kupfers nach absolutem Maafse des magnetischen Systems bestimmt. Dadurch wird es möglich, auch den Widerstand in *absolutem magnetischem Maafse* anzugeben, welchen das Wasser (unter Einflus der beigemengten Schwefelsäure) in einem 1^{mm} langen Stücke jener cylinderförmigen Zersetzungszelle ausübt. Dieser Widerstand, multiplicirt mit der in magnetischem Maafse ausgedrückten Stromintensität giebt die elektromotorische Kraft in Beziehung auf diese kleine Säule, ebenfalls im *magnetischen Maafse*-system. Das *magnetische Maafse* der elektromotorischen Kraft ist aber so viel Mal kleiner als das *mechanische*, wie das *magnetische Maafse* der Stromintensität gröser ist als das *mechanische*, und da dies letztere Verhältniss jetzt bekannt ist, kann durch bloße Division mit $155370 \cdot 10^6$ jene im magnetischen Maafse berechnete elektromotorische Kraft in mechanisches Maafse umgewandelt werden. Die so entstandene Zahl bedeutet dann den *Unterschied der beiden Kräfte*, von denen in der Richtung des Stromes die eine auf *eine jede Einheit* der freien positiven Elektricität in den Wasserstofftheilchen, die andere auf *eine jede Einheit* der freien negativen Elektricität in den Sauerstofftheilchen bewegend wirkt, und diese Zahl muss deswegen, um die *ganze wirksame Kraft* zu erhalten, noch mit der Anzahl der Einheiten der freien positiven oder negativen Elektricität multiplicirt werden, welche in der 1^{mm} langen Wassersäule, d. i. in 1^{mgr} Wasser, enthalten ist, nämlich mit $106\frac{2}{3} \cdot 155370 \cdot 10^6$.

Führt man die Rechnung durch und setzt diejenige Stromintensität voraus, bei welcher in einer Sekunde 1^{mgr} Wasser zersetzt wird, so bekommt man einen Kraftunterschied

$$= 2 \cdot (106\frac{2}{3})^2 \cdot 127476 \cdot 10^6,$$

bei dem die Krafteinheit diejenige Kraft ist, welche der Masseneinheit von 1^{mgr} in einer Sekunde eine Geschwindigkeit von 1^{mm} ertheilt. Dividirt man also mit der Intensität der Schwere = 9811, so bekommt man diesen Kraftunterschied in Gewicht ausgedrückt

$= 2.147830 \cdot 10^{6 \text{ mgs}} = 2.147830 \text{ Kilogr.} = 2.2956 \text{ Centner}$
unter dem Einflusse der Schwere.

Man kann dieses Resultat auf folgende Weise aussprechen: *Wären alle Theilchen Wasserstoff in 1 Milligramm Wasser einer 1 Millimeter langen Säule an einen Faden geknüpft, und an einen anderen Faden alle Theilchen Sauerstoff, so müfsten beide Fäden in entgegengesetzten Richtungen jeder mit dem Gewichte von 2956 Centnern gespannt werden, um eine Zersetzung des Wassers mit solcher Geschwindigkeit hervorzubringen, nach welcher 1 Milligramm Wasser in der Sekunde zerlegt werden würde.*

Man überzeugt sich leicht, dass diese Spannung dieselbe bleibt für eine Säule von 1^{mm} Länge aber anderem Querschnitt, das sie aber proportional der Länge der Säule und ebenso proportional der Stromintensität, d. h. der Geschwindigkeit der elektrolytischen Scheidung seyn müfs.

Wenn wir nun in der beschriebenen Wassersäule auf den Wasserstofftheilchen insgesammt einen Druck von dem Gewichte von 2956 Centnern sehen und wenn dadurch keine Beschleunigung der Bewegung eintritt, welche doch 1759 Millionen Meilen in der Sekunde betragen müfste, sondern der Wasserstoff mit der constanten Geschwindigkeit von $\frac{1}{2}$ Millimeter in der Sekunde fortschreitet, so sind wir gezwungen, anzunehmen, das der Zerlegung des Wassers eine Kraft entgegen wirke, welche mit der Geschwindigkeit der Zerlegung wächst, so das überhaupt nur diejenige Geschwindigkeit der Zerlegung möglich bleibt, bei welcher die Widerstandskraft gleich der elektromotorischen Kraft ist, so das ihre Wirkung auf die gesamten Wasserstofftheilchen des Milligramms Wasser in dem vorliegenden Falle ebenfalls dem Gewichte von 2956 Centnern gleich wäre. Dann nämlich würden die ponderablen Theilchen mit der gewonnenen Geschwindigkeit gleichförmig fortfließen.

Es liegt nahe, den Grund dieser Widerstandskraft in den *chemischen Affinitätskräften* zu suchen. Steht auch der Begriff der »*chemischen Affinität*« noch zu unbestimmt da,

um daraus entnehmen zu können, wie die aus dieser Affinität hervorgehende Kräfte mit der *Geschwindigkeit der Scheidung* wachsen, so ist es immerhin interessant, zu sehen, welche ungeheuren Kräfte bei einer chemischen Scheidung, wie sie von der Elektrolyse leicht hervorgebracht wird, in Wirksamkeit treten.

III. Ueber die Löslichkeitscurven einiger Salzatome und die Siedepunkte gesättigter Salzlösungen; von P. Kremers.

Fortsetzung der Bd. 97, S. 22 abgebrochenen Abhandlung.

Neben der Reihe der alkalischen Metalle tritt eine andere nicht weniger merkwürdige Reihe auf, die der alkalisch-erdigen und eine dritte, die der sogenannten schweren Metalle. Eine jede dieser Reihen kann drei Glieder aufweisen, deren Atomgewichte die bekannte merkwürdige Uebereinstimmung darbieten, daß eines derselben nahezu das arithmetische Mittel aus denen der beiden andern ist. Diese Glieder sind

Li (6,5); Na (23); K (39,2);
Ca (20); Sr (43,8); Ba (68,5);
Hg (100); Pb (103,7); Ag (108,1);

sie zeigen, wie für sich so auch in Verbindung mit anderen Atomen, so manche Aehnlichkeiten, daß sie wohl verdienen nebeneinander abgehandelt zu werden.

Auch unter den negativeren Atomen haben sich bereits mehrere solcher Reihen herausgestellt, so z. B.

Cl (35,5); Br (80); J (127,1);
S (16); Cr (26,7); Se (39,5);
S (16); Se (39,5); Te (64,2);
Cr (26,7); Mo (46); V (68,6);
P (31); As (75); Sb (120,3)¹⁾.

1) Sb = 120,25 nach den neuesten Beobachtungen von R. Schneider. (Pogg. Ann. Bd. 97, S. 483.)

Da die Glieder solcher Reihen sich in den verschiedensten Verbindungen vertreten und dabei in Folge ihres gleichmässig wachsenden Atomgewichtes auch die Intensitäten physikalischer Eigenschaften gleichmässig vermehren, so werden in der folgenden Untersuchung, welche dem Phänomen der Löslichkeit gewidmet ist, gerade sie hauptsächlich berücksichtigt werden. Neben ihnen müssen indes auch noch einige andere Atome erwähnt werden, welche zwar in Anbetracht ihres Atomgewichts keineswegs ein viertes Glied in einer dieser Reihen bilden, die aber doch, wie in Hinsicht anderer physikalischer Eigenschaften, so auch namentlich in Anbetracht der Löslichkeit sich einer dieser Reihen anzuschliessen scheinen. So z. B. scheint sich hin und wieder der Reihe der alkalischen Metalle anzuschliessen das Atom Ammonium (NH^+), so der Reihe der alkalisch-erdigen Metalle das Atom Magnium (Mg) u. s w.

Was nun zunächst die Metalle der drei zuerst erwähnten Reihen betrifft, so liegen diese außer dem Bereich der folgenden Untersuchung, da bisher irgend welche Löslichkeit derselben mit Bestimmtheit noch nicht nachgewiesen wurde; erst aus der Vereinigung eines Metalles mit einem oder mehreren der negativeren Körper resultiren Verbindungen, welche die so sehr verschiedenen Löslichkeitsverhältnisse darbieten.

Es liegen bereits viele Angaben vor über die Löslichkeit solcher Verbindungen. Was man theils in dem Handbuche der Chemie von L. Gmelin, theils in dem Lehrbuche von Berzelius, was man überdiess noch in den Jahresberichten von Liebig und Kopp über die Löslichkeit der Salze in Wasser angegeben findet, habe ich der grösseren Uebersichtlichkeit wegen in einem dieser Abhandlung beigegebenen Anhange zusammengestellt. Man wird daselbst auch noch einzelnes Weniges finden, was mich meine letzten eigenen Versuche gelehrt haben.

Die negativen Atome, welche sich mit den Metallen der drei vorerwähnten Reihen zunächst verbinden und im Folgenden betrachtet werden, sind

O; S; Fl; Cl; Br; J.

Diese binären Verbindungen vereinigen sich mit andern ebenfalls binären Verbindungen, welche nur elektronegativer sind als jene, zu quaternären Salzatomen. Von diesen sind indes nur die Sauerstoffsalze einigermaßen ausführlich untersucht, daher hauptsächlich auch nur sie im Folgenden betrachtet werden.

Die Anzahl der Sauerstoffatome, welche in der Säure enthalten ist, liefert, wie es mir scheint, ein bequemes Mittel, dieselben zu classificiren. Es werden daher zuerst die Säuren betrachtet, welche zwei, alsdann die Säuren, welche drei und fünf Atome Sauerstoff enthalten.

Das Verhalten der Löslichkeitscurven, wie es sich aus den im Anhange angeführten Beobachtungen ergiebt, habe ich in einer Reihe von Figuren darzustellen versucht. Die Fig. 1, 2, 3 und 4 Taf. I haben eine im Wesentlichen ganz gleiche Einrichtung; sie unterscheiden sich von früheren Darstellungen nur dadurch, dass die durch das Temperaturintervall von 0 bis 100° gebildeten Curvenabschnitte nicht eine zusammenhängende Curve bilden, sondern durch Zwischenräume getrennt sind, weil eben ein und dieselbe Figur die Löslichkeitscurven aller durch eine gleiche chemische Formel ausdrückbarer Salzatome und also Curvenabschnitte enthält, welche unmöglich alle ein und denselben Curvensysteme angehören können. In jeder dieser vier Figuren unterscheidet man drei übereinander liegende Gruppen, in jeder dieser Gruppen wieder drei verschiedene Curven, eine punktierte, eine aus abwechselnden Punkten und Strichen und eine aus einer ununterbrochenen Linie bestehende Curve. Die erste der drei Gruppen umfasst die Verbindungen der drei alkalischen, die zweite die der drei alkalisch-erdigen und die dritte die der drei sogenannten schweren Metalle und zwar so, dass das leichteste Metall einer jeden Gruppe, also Li, Ca und Hg, durch die punktierte, das zunächst folgende schwerere, also Na, Sr und Pb, durch die aus abwechselnden Linien und Punkten und endlich das schwerste, also K, Ba und Ag, durch die aus einer

ununterbrochenen Linie bestehende Curve dargestellt ist. Die chemische Formel der Salzatome, deren Löslichkeitscurven die Figuren darstellen, werden erhalten, wenn man in Fig. 1 den verschiedenen Metallen das einer jeden senkrechten Colonne überschriebene Metalloid hinzufügt, in Fig. 2, 3 und 4 dagegen überdiess noch ein Atom Sauerstoff. Einzelne Curven, über deren relative Lage noch irgend ein Zweifel erhoben werden kann, liegen näher beisammen, als die andern.

Die Figur 1 enthält erstlich die drei merkwürdigen Atome J, Br und Cl, welche, so weit die bisherigen Beobachtungen reichen, ganz ungezwungen aus ein und demselben Curvensysteme sich ableiten lassen; sie enthält ferner das Atom Fl, welches den vorangehenden sehr ähnlich ist und überdiess noch die beiden Atome S und O, welche jenen bei weitem weniger ähnlich sind. Wenn es nun auch nicht wahrscheinlich ist, dass die besagten sechs Metalloide ein und derselben Gruppe angehören, so ist es doch jedenfalls sehr bemerkenswerth, dass die Glieder der drei Metallreihen, mit dem leichtesten Metalloide (O) verbunden sich negativ, mit dem schwersten (J) dagegen sich positiv verhalten und dass ferner die Zwischenglieder, so weit sie bisher bekannt, den Uebergang beider Verhalten zu einander vermitteln. Alle drei Gruppen lassen sich aus ein und demselben Curvensysteme ableiten, die Abschnitte folgen genau in derselben Weise und liegen nur an verschiedenen Stellen des Curvensystems, wie diess die Figuren 5, 6 und 7 Taf. I veranschaulichen.

Sowohl bei den alkalischen, als auch bei den sogenannten schweren Metallen kann die Lage des Abschnitts Fl aus den bisherigen Beobachtungen nicht mit Sicherheit gefolgert werden, doch bezeichnen die beiden Linien Fl sowohl in Fig. 5 als auch in Fig. 7 zwei Gränzen, innerhalb welcher der Abschnitt Fl liegen muss.

Wenn man allgemein die leichtesten Metalle Li, Ca und Hg durch *a*, ferner die zunächst schwereren Na, Sr und Pb durch *b* und die schwersten K, Ba und Ag durch

c bezeichnet, so liegt bei den sogenannten schweren Metallen in Fig. 7 der Punkt $+bc$ rechts von dem Abschnitte Cl, derselbe Punkt liegt ebenfalls noch rechts von dem Abschnitte Cl bei den alkalisch erdigen Metallen in Fig. 6; er fällt indes schon in den Abschnitt Cl hinein bei den alkalischen Metallen in Fig. 5. Der andere Punkt $+ab$ liegt in Fig. 7 jedenfalls rechts von dem Abschnitte Fl, in Fig. 6 liegt er schon links von dem Abschnitte Fl, und liegt sehr wahrscheinlich genau ebenso in Fig. 5. Bei festliegenden Punkten $+ab$ und $+bc$ können also durch eine einfache Verschiebung sämmtlicher Abschnitte nach links aus Fig. 5 die Figuren 6 und 7 entstehen.

In Fig. 2 beginnt die erste Reihe damit, dass die einzelnen Glieder sich negativ verhalten, gleichwie in Fig. 1. Dieses negative Verhalten zeigt sich auch noch in dem zweiten Abschnitte SO_2 und ist wenigstens für KO und NaO auch noch in dem dritten Abschnitte sehr wahrscheinlich. Die Glieder der zweiten Reihe verhalten sich dagegen schon in dem Abschnitte CO_2 positiv und bleiben es auch in allen folgenden.

Die erste Reihe der Fig. 3 ist nur sehr unvollständig untersucht. Insofern sich KO, CrO_3 , und NaO, CrO_3 bei 0° negativ verhalten, ist es nicht unwahrscheinlich, dass sich die beiden Abschnitte SO_3 und CrO_3 anschließen. In der zweiten Reihe herrscht wieder dieselbe Regelmässigkeit wie in der vorangehenden Figur. Auch in der dritten Reihe scheinen die einzelnen Abschnitte mit denen der vorangehenden Figur übereinzustimmen.

Die Fig. 4 enthält 7 verschiedene Abschnitte, welche keineswegs alle ein und denselben Curvensysteme angehören können. Von diesen können erstlich wieder die drei merkwürdigen Abschnitte ClO_5 , BrO_5 und JO_5 ohne irgend welche Schwierigkeit aus ein und denselben Curvensysteme abgeleitet werden und zwar ebensowohl in der ersten, als auch in der zweiten und dritten Reihe. Der Abschnitt SbO_5 kann indes nicht mehr, wie früher, dieser Gruppe angereiht werden, wenn das Atomgewicht des

Antimons zu 120,25 angenommen wird, wie es die neuesten Beobachtungen von R. Schneider¹⁾ erfordern. Da die drei Atome Sb, As und P eine der eingangs erwähnten merkwürdigen Gruppen bilden, so scheint es nicht ungereimt, die Abschnitte SbO_5 und AsO_5 als zusammengehörig zu betrachten. Es bleiben nun noch übrig die beiden Abschnitte S_2O_5 und NO_5 , von denen zwar der letztere bisher als der Gruppe ClO_5 , BrO_5 und JO_5 anhörig erschien, nunmehr jedoch von dieser getrennt werden muß.

Die sieben Abschnitte der Fig. 4 gehören daher, wenn nicht vier, so doch wenigstens drei verschiedenen Gruppen an.

Wenn nun, um zur zweiten Vergleichungsweise überzugehen, die drei sich schneidenden Curven nicht mehr drei zusammengehörige Metalle, sondern drei zusammengehörige Metalloide und die Abschnitte nicht mehr Metalloide, sondern Metalle bezeichnen, so lassen sich aus dem vorliegenden Materiale manche den vorangehenden ähnliche Erscheinungen zusammenstellen. Wenn z. B. die drei Curven der Fig. 8 Taf. I die drei Metalloide Cl, Br und J in dem Sinne bezeichnen, wie sie in Fig. 5, 6 und 7 die drei Metalle bezeichneten, so daß also die ausgezogene Curve das schwerste, die punktierte das leichteste und die andere das mittlere Metalloid darstellt, so liegen bekanntlich die Abschnitte K, Na und höchst wahrscheinlich auch Li links von dem Punkte — ab; dasselbe gilt von dem Abschnitt Ba und ohne Zweifel auch von den Abschnitten Sr und Ca. Die Abschnitte Hg, Pb und Ag liegen dagegen rechts von dem Punkte — bc. Bezeichnen ferner in dem angegebenen Sinne die drei Curven der Fig. 8 die drei Säuren ClO_5 , BrO_5 und JO_5 , so fällt bekanntlich der Punkt — bc in den Abschnitt KO hinein, wogegen die Abschnitte NaO , BaO , SrO , CaO , AgO , PbO und wahrscheinlich auch LiO und HgO rechts von dem Punkte — bc liegen. Werden ferner die beiden Säuren CrO_5 und SO_5 durch die

1) A. a. O.

entsprechenden zwei Curven der Fig. 8 bezeichnet, so liegen die Abschnitte KO, CaO und SrO links von — ab und wahrscheinlich auch der Abschnitt BaO, die Abschnitte HgO, PbO und AgO liegen dagegen rechts von — ab. Die schwefelsauren und chromsauren Salze verhalten sich also, so weit sie bisher bekannt sind, genau wie die entsprechenden Chlor- und Bromverbindungen.

Die Verbindungen einzelner Glieder der andern eingangs hervorgehobenen Gruppen sind bisher noch sehr wenig untersucht und können hier nur theilweise besprochen werden.

BaO, TeO₃ verhält sich negativ sowohl gegen BaO, SeO₃ als auch gegen BaO, SO₃; ebenso verhält sich BaO, VaO₃ negativ gegen BaO, MoO₃ und gegen BaO, CrO₃. In gleicher Weise verhält sich KO, TeO₃ negativ gegen KO, SO₃. Positiv verhält sich dagegen wieder SbO₃ sowohl gegen AsO₃ als auch gegen PO₃ in Verbindung mit den Basen NaO, LiO, BaO, SrO, CaO.

An die vorgenannten Säuren glaube ich noch drei anreihen zu müssen, deren Atomgewichte zwar nicht das bei jenen beobachtete merkwürdige Zahlenverhältnis darbieten, die aber doch deshalb genannt zu werden verdienen, weil sie, mit verschiedenen Metalloxyden verbunden, sich durchgängig negativ verhalten. Die drei Säuren sind CO₂, SO₂ und S₂O₂. Zu den Metalloxyden, mit denen verbunden diese drei Säuren sich negativ verhalten, gehören z. B. CaO und wahrscheinlich auch SrO und BaO, ferner NaO, wenigstens bei niederen Temperaturen und ebenfalls PbO. Ob sie sich mit den andern Oxyden verbunden, auch so verhalten, bleibt noch unentschieden.

Wenn bisher nur das gegenseitige Verhalten einzelner Salzatome abgehandelt wurde, so werde ich dagegen im Folgenden versuchen, auch einiges über das gegenseitige Verhalten ganzer Gruppen von Salzatomen hervorzuheben. Ein solcher Versuch ist bei den bisher vorliegenden unzureichenden Erfahrungen nicht leicht durchzuführen, ohne daß einzelne Hypothesen hineinverflochten werden. Man wird

diese letztern von den positiven Erfahrungen trennen können, man wird sie, wie ich glaube, auch nicht gar zu gewagt finden.

Die diesem Versuche beigegebenen Figuren haben eine genau gleiche Einrichtung. Man findet in jeder zwei punktierte Linien, welche den von den drei Löslichkeitscurven der alkalischen Verbindungen eingenommenen Raum begrenzen, zwei aus abwechselnden Punkten und Strichen bestehende Curven, welche die drei alkalisch-erdigen und endlich zwei ausgezogene Curven, welche die drei metallischen Verbindungen einschliessen.

Fig. 9 Taf. I stellt die Gruppe J, Br, Cl dar, welcher noch das Atom Fl angereiht ist. Wie man sieht, liegen die beiden Bänder :::: und :==:= in den Abschnitten J, Br und Cl theilweise aufeinander, bilden daselbst zwei verschiedene nothwendig aufeinanderfolgende Kreuzungsräume und verhalten sich darauf positiv in dem Abschnitt Fl. Das Band == dagegen verhält sich in den Abschnitten J, Br und Cl positiv gegen die beiden anderen, bildet aber, da es fortwährend sich der Abscissenaxe nähert, mit den beiden erstern schon in dem Abschnitte Fl die Kreuzungsräume.

Fig. 10 Taf. I stellt die Gruppe JO_5 , BrO_5 , ClO_5 dar. Sie ist wesentlich verschieden von der vorangehenden. Die Bänder :::: und :==:= kreuzen sich zwar hier wie dort, aber in anderer Ordnung, so dass hier das positive Verhalten links, in Fig. 9 dagegen rechts von den Kreuzungsräumen liegt. Bilden die Kreuzungsräume der Fig. 9 die negativen, so sind die der Fig. 10 die positiven. Das Band ==, welches in Fig. 9 sich positiv gegen die beiden andern verhielt, bildet in Fig. 10 mit den beiden andern Kreuzungsräume und zwar, wie es scheint, negative.

Fig. 11 Taf. I stellt die Gruppe S_2O_4 , SO_2 und CO_2 dar. Die Atomgewichte dieser Glieder stehen nicht in dem einfachen Zusammenhange, wie es bei den vorangehenden beobachtet wurde. Wenn sich in dem Abschnitte CO_2 alle drei Bänder positiv verhalten, so zeigen schon in dem

Abschnitte SO_2 , die Bänder $=$ und $:-:=-:$ und erst im Abschnitt S_2O_2 , die Bänder $:-:=-:$ und $:::::$ den ersten der beiden negativen Kreuzungsräume.

Auch verdient hier noch hervorgehoben zu werden das so gleichmässige Verhalten der Oxyde und Schwefelverbindungen der drei mehrerwähnten Metallgruppen, wie solches in Fig. 12 Taf. I dargestellt ist.

Diese und ähnliche Verhältnisse könnten gewiss nicht in so auffallender Weise hervortreten, wenn nicht die homologen Glieder der einzelnen Gruppen unter sich wieder ähnliche Erscheinungen darböten. Um nur einige hierhin gehörige Beispiele zu erwähnen, so verhalten sich die beiden homologen Glieder BaCl und KCl positiv zwischen 0 und 100° , wogegen die beiden Glieder BaBr und KBr und ebenfalls das zerfließliche BaJ und KJ sich in demselben Temperaturintervall schon negativ verhalten. Die beiden homologen Glieder SrCl und NaCl verhalten sich nur positiv von 100° bis 8° , unter 8° verhalten sie sich negativ und werden sich zweifelsohne auch wohl ebenso verhalten die beiden Glieder SrBr und NaBr . Die beiden homologen Glieder CaCl und LiCl scheinen sich dagegen schon wieder positiv zu verhalten.

Es mögen hier-nun auch noch einzelne Curven betrachtet werden, deren Salzatome nicht wie bisher durch Substitution ähnlicher, sondern durch Addition anderer Atome erhalten werden. Zunächst sollen hier verglichen werden die Chlor-, Brom- und Jodmetalle mit den durch Addition von 6 Atomen Sauerstoff daraus erhaltenen chlor-, brom- und jodsauren Salzen.

Die Curven der drei Salzatome KCl ; KBr und KJ verhalten sich negativ zwischen 0 und 100° , die der drei Salzatome KO , ClO_3 ; KO , BrO_3 und KO , JO_3 , dagegen positiv, ohne dass indess die beiden zunächst liegenden KCl und KO , ClO_3 sich kreuzen. Der positive Kreuzungspunkt von KCl und KO , ClO_3 kann also nur über 100° liegen. Die Curven NaCl ; NaBr und NaJ verhalten sich ebenfalls negativ wie die der Kaliumsalze und in

gleicher Weise verhalten sich die Curven NaO, ClO_5 ; NaO, BrO_5 und NaO, JO_5 wieder positiv, allein diese beiden Systeme durchkreuzen sich schon theilweise und zwar so, daß der positive Kreuzungspunkt von NaCl und NaO, ClO_5 noch unter 0° liegt. Da die Lithiumsalze bisher noch nicht soweit untersucht sind, daß sie in den Bereich dieser Betrachtungen gezogen werden könnten, so mögen hier sogleich die Baryumsalze folgen.

Die Salzatome BaCl ; BaBr und höchst wahrscheinlich auch das zerfließliche BaJ verhalten sich wieder negativ wie die entsprechenden Kalium- und Natriumsalze. Wie diese verhalten sich auch andererseits wieder positiv die Salzatome BaO, ClO_5 ; BaO, BrO_5 und BaO, JO_5 . Die beiden Gruppen durchkreuzen sich ferner wieder theilweise wie die der entsprechenden Natriumsalze und zwar merkwürdiger Weise so, daß der positive Kreuzungspunkt von BaCl und BaO, ClO_5 gerade zwischen 0 und 100° fällt. Derselbe liegt bei ungefähr 55° . Die beiden andern Curvenpaare BaBr und BaO, BrO_5 , sowie BaJ und BaO, JO_5 verhalten sich wieder positiv wie die entsprechenden Kalium- und Natriumverbindungen. Da ferner die chlorsaure Strontianerde als zerfließlich angegeben wird, so ist es wohl wahrscheinlich, daß der positive Kreuzungspunkt von SrCl und SrO, ClO_5 unter 0° liegt, daß also die Baryum- und Strontiumverbindungen Erscheinungen darbieten, welche denen der Kalium- und Natriumverbindungen überaus ähnlich sind. Was nun die Calciumverbindungen betrifft, so unterliegt es gar keinem Zweifel, daß die Atome CaJ und CaO, JO_5 und ebenfalls die Atome CaBr und CaO, BrO_5 sich ebenso positiv verhalten wie die entsprechenden Verbindungen aller vorerwähnten Metalle und ist es überdiess sehr wahrscheinlich daß sich CaCl und CaO, ClO_5 negativ verhalten wie die entsprechenden Strontiumverbindungen.

Um nun zur dritten Gruppe überzugehen, so verhalten sich hier die Chlor-, Brom- und Jodmetalle ebenso durchgängig positiv wie die chlor-, brom- und jodsäuren Salze.

In diesem Punkte unterscheidet sich also diese Gruppe wesentlich von den beiden andern. Es verhalten sich negativ $HgCl$ und HgO , ClO_5 , ferner $HgBr$ und HgO , BrO_5 , ferner HgJ und HgO , JO_5 , ferner $PbCl$ und PbO , ClO_5 , ferner $PbBr$ und PbO , BrO_5 , ferner $AgCl$ und AgO , ClO_5 , ferner $AgBr$ und AgO , BrO_5 ; es verhalten sich dagegen positiv PbJ und PbO , JO_5 und endlich AgJ und AgO , JO_5 .

Jedes der vorerwähnten zwischen 0 und 100° beobachteten Löslichkeitsverhalten der Chlor-, Brom- und Jodverbindungen, sowie der chlor-, brom- und jodsauren Salze lässt sich aus einem keineswegs complicirten Curvensystem ableiten, in welchem die einzelnen Abschnitte eine dem wachsenden Atomgewichte entsprechende Aufeinanderfolge zeigen.

Die Fig. 13 Taf. I, welche diese Ableitung darstellen soll, enthält drei durch O bezeichnete und drei nicht weiter bezeichnete Curven. Jené stellen dar die chlor-, brom- und jodsauren Salze, diese die Chlor-, Brom- und Jodverbindungen und zwar genau in dem bereits oben angegebenen Sinne; jene durchkreuzen sich genau ebenso, wie diese; jene zeigen nur den Kreuzungspunkt — $b'c'$, diese dagegen beide, — ab und — bc ; jene durchkreuzen diese in der Weise, dass zunächst links der positive Kreuzungspunkt von Cl und ClO_5 liegt (+ aa'), dass darauf der positive Kreuzungspunkt von Br und BrO_5 folgt (+ bb') und dass erst am äussersten rechten Ende der positive Punkt von J und JO_5 liegt (+ cc').

Die vorliegenden Beobachtungen gestatten nicht, andere der eingangs erwähnten Gruppen, wie etwa S, Cr, Se, oder S, Se, Te mit den entsprechenden Gruppen SO_3 , CrO_3 , SeO_3 oder SO_3 , SeO_3 , TeO_3 , ebenso ausführlich zu vergleichen. Das Wenige, was hier über diese Verhältnisse angeführt werden kann, bildet daher nur ganz vereinzelte Bruchstücke.

Wenn daher wieder die beiden punktierten Curven der

Fig. 13 die beiden leichtesten Atome S und SO₃ und wenn ferner die aus abwechselnden Punkten und Linien bestehende Curve O das zunächst schwerere Atom CrO₃ bezeichnet und wenn man einstweilen von den übrigen Curven der Fig. 13 absieht, so unterliegt es bei der Zerfließlichkeit des Atoms KS und bei der Schwerlöslichkeit des Atoms KO, SO₃ durchaus keinem Zweifel, dass die Atome KS und KO, SO₃ sich positiv verhalten; es ist ebenfalls bekannt, dass sich die Salzatome KO, SO₃ und KO, CrO₃ negativ verhalten; für die Curven S; SO₃ und CrO₃ liegt also der Abschnitt K nicht mehr an der Stelle, wo er in Fig. 13 liegt, sondern ist nach links verschoben und zwar bis über den negativen Kreuzungspunkt der Curven SO₃ und CrO₃ hinaus ($-a'b'$). Der zweite Abschnitt Na ist ebenfalls nach links verschoben, da es auch wohl keinem Zweifel unterliegt, dass das Atom NaS wenigstens bei niedern Temperaturen löslicher ist als das Atom NaO, SO₃. Der Abschnitt Na liegt also höchst wahrscheinlich auch schon links von dem positiven Kreuzungspunkte der beiden punktierten Curven ($-a'a'$).

Der Abschnitt Ba ist ebenfalls nach links verschoben, denn der positive Kreuzungspunkt der beiden punktierten Curven kann nicht mehr in denselben hineinfallen, da die Löslichkeit der beiden Atome BaS und BaO, SO₃ so enorm verschieden ist. Derselbe Abschnitt Ba ist vielleicht eben so weit verschoben wie der Abschnitt K, jedenfalls auch bis über den negativen Kreuzungspunkt der Curven SO₃ und CrO₃ hinaus, da die beiden Salzatome BaO, SO₃ und BaO, CrO₃ sich negativ verhalten. Wie die beiden Salzatome SrS und SrO, SO₃, wie ferner die beiden andern CaS und CaO, SO₃ sich verhalten, ist aus den vorliegenden Beobachtungen nicht mit Bestimmtheit anzugeben. Da die drei Salzatome BaO, SO₃; SrO, SO₃ und CaO, SO₃ sich ebenso durchgängig positiv verhalten, wie die drei Salzatome BaS; SrS und CaS negativ erscheinen, so ist die Möglichkeit wohl vorhanden, dass die letztern beiden CaS und CaO, SO₃ sich schon negativ verhalten.

Wenn dies der Fall wäre, so müsste der negative Kreuzungspunkt der Curven SO_3 und CrO_3 ($-a'b'$) nicht mehr über, sondern unter der Curve S liegen.

Die Abschnitte Hg, Pb und Ag sind für die drei Curven S; SO_3 und CrO_3 genau die der Fig. 13; es lässt sich also einstweilen nicht entscheiden, ob sie auch eine der vorerwähnten ähnliche Verschiebung erlitten haben.

In vorbeschriebener Weise lassen sich auch die Curvensysteme der Metalle, wie sie in den Figuren 5, 6 und 7 gezeichnet sind mit denen der entsprechenden Oxydverbindung combiniren. Da diese Combinationen den vorangeghenden so ähnlich sind, so genügt es, sie hier bloß anzudeuten. Eine andere Art von Combination mag dafür hier noch eine etwas mehr ausführliche Erörterung verdienen.

Wenn man aequivalente Mengen einer Säure und einer Base, oder zweier Salze miteinander vermischt, so können diese, miteinander verbunden, entweder mehr, oder gleich viel, oder auch weniger Wasser zur Lösung bedürfen; Verhältnisse, welche sich aus den Löslichkeitscurven der Atome deduciren lassen. Wenn sich z. B. die Löslichkeitscurven der Salzatome BaO , SO_3 ; SrO , SO_3 und CaO , SO_3 positiv verhalten, die der Componenten BaO ; SrO und CaO dagegen negativ, wenn ferner das Atom SO_3 eine so große Löslichkeit besitzt, dass es hier gar nicht in Betracht kommt, so ist das Salzatom BaO , SO_3 jedenfalls zwischen 0 und 100° weniger löslich als die beiden Componenten, dasselbe gilt auch noch von dem Salzatom SrO , SO_3 , aber nur theilweise von dem Salzatom CaO , SO_3 , da nach den vorliegenden Angaben die Löslichkeitscurven der Atome CaO , SO_3 und CaO sich kreuzen.

Eine ganz ähnliche Erscheinung bieten auch die Atome KO , SO_3 ; NaO , SO_3 ; LiO , SO_3 ; KO ; NaO und LiO dar, so dass, wenn KO , SO_3 und NaO , SO_3 weniger löslich sind als ihre Componenten, bei LiO , SO_3 , vielleicht schon der andere Fall eintreten kann.

Es ist selbstredend, dass die vorerwähnte Regelmässigkeit in allen den Fällen sich zeigen muss, wo die Löslichkeitcurven der aus der Vermischung resultirenden Salzatome, den vorerwähnten gleich, sich positiv verhalten. Es gilt dies also für die bei weitem grösste Menge der zahlreichen Combinationen, welche sich aus Säuren wie NO_3 , ClO_3 , BrO_3 , JO_3 oder CrO_3 , SeO_3 u. s. w. und den oft erwähnten neun Oxyden ableiten lassen. Nur darin unterscheiden sich die einzelnen Gruppen, dass bald die sämmtlichen Glieder weniger löslich ¹⁾, bald nur die schwereren weniger löslich, die leichteren dagegen löslicher ²⁾, und endlich drittens die sämmtlichen Glieder löslicher sind als die Componenten ³⁾. Es fehlen selbst auch solche Glieder nicht, welche in dem Temperaturintervall von 0° bis 100° bald mehr, bald weniger löslich sind als die Componenten und welche also deutlich zeigen, wie ein solcher Uebergang zu entgegengesetztem Verhalten, den Kreuzungspunkten der Curven entsprechend, an bestimmte durch die Constitution der Salze gegebene Temperaturen geknüpft ist ⁴⁾.

In einigen anderen verhältnismässig wenigen Fällen dagegen, in welchen die aus der Vereinigung zweier Componenten resultirenden Salzatome negativ sich verhaltende Gruppen bilden, wie etwa KO , CrO_3 und KO , SO_3 oder CaO , CrO_3 und CaO , SO_3 oder SrO , CrO_3 und SrO , SO_3 und wo überdies noch die veränderlichen Componenten sich positiv verhalten, wie CrO_3 und SO_3 , in solchen Fällen ist der Uebergang zu entgegengesetztem Verhalten, wenn auch in umgekehrter Ordnung ⁵⁾, so doch gleich regelmässig wie bei den ersterwähnten Fällen.

Wieder andere Fälle, in welchen die aus der Vereinigung zweier Componenten resultirenden Salzatome weder

1) BaO , CO_3 ; SrO , CO_3 ; CaO , CO_3 .

2) BaO , BrO_3 ; SrO , BrO_3 ; CaO , BrO_3 .

3) BaO , ClO_3 ; SrO , ClO_3 ; CaO , ClO_3 .

4) CaO , SO_3 ; CaO , JO_3 .

5) Wenn CaO , SO_3 nur in einem Theile des Intervalls 0° bis 100° löslicher ist als die beiden Componenten zusammen, so ist es das leichter lösliche Salzatom CaO , CrO_3 jedenfalls in dem ganzen Intervall.

positiv noch negativ sich verhaltende Gruppen bilden, wie PbO , SO_3 ; AgO , SO_3 und HgO , SO_3 , werden mehr verwickelter Natur seyn.

An die bisher betrachteten, so bestimmt charakterisierten Gruppen reiht sich nun noch eine Menge anderer Verbindungen, bei denen es noch unbestimmt bleibt, ob sie einer der vorangehenden Gruppen beizuzählen sind; oder ob sie neue, von jenen durchaus verschiedene Gruppen bilden.

Der Gruppe der alkalischen Metalle wird so häufig das Ammonium (NH_4) beigefügt. Was über die Löslichkeit der Salze dieses Metalles und über deren Verhältnis zu den entsprechenden Salzen der drei alkalischen Metalle vorliegt, mag hier ganz kurz hervorgehoben werden. Das Gewicht des Atoms NH_4 (18) liegt zwischen dem des Atoms Na (23) und dem des Atoms Li (6,5). Die Curve NH_4Cl liegt zwischen NaCl und LiCl , kann also hier (Figur 1 Abschnitt Cl) ganz ungezwungen eingeschaltet werden. Die Curve $\text{NH}_4\text{O}, \text{SO}_3$ liegt zwischen 0° und 100° der Abscissenaxe näher als jede der drei anderen. Auch sie kann mit den drei anderen (Figur 3 Abschnitt SO_3) ein aus 4 Curven bestehendes System bilden, in welchem die negativen und die positiven Kreuzungspunkte gleichmäßig fortrücken. Es liegen alsdann $+$ KNa und $+\text{NaNH}_4$ rechts und $+\text{NH}_4\text{Li}$ links von dem Abschnitt SO_3 . Es liegt ferner die Curve $\text{NH}_4\text{O}, \text{NO}_3$ näher bei der Abscissenaxe als jede der drei anderen (Fig. 4 Abschnitt NO_3). Auch sie lässt sich noch, der vorerwähnten Curve $\text{NH}_4\text{O}, \text{SO}_3$ ähnlich, den drei anderen anreihen. Nicht leicht möchte indes die Curve $\text{NH}_4\text{O}, \text{JO}_3$ mit den drei entsprechenden (Fig. 4 Abschnitt JO_3) vereinbar seyn, da sie zwischen 0° und 100° von der Abscissenaxe weiter absteht als jede andere. Wenn es demnach schon fraglich erscheint, das Ammonium der Gruppe der alkalischen Metalle anzureihen, so unterliegt dies wohl keinem Zweifel mehr, wenn man erwägt, wie wenig die Verbindungen desselben Metalles auch in Hinsicht anderer physikalischer Eigenschaften denen der alkalischen Metalle sich anreihen. So z. B.

wurde früher als Eigenschaft der ein und derselben Gruppe angehörigen Körper hervorgehoben, daß bei ihnen dem größeren Atomgewichte auch das größere Atomvolum entspreche. Nun ist aber das Atomvolum von NH_4Cl (446 Kopp) keineswegs kleiner als das von NaCl (340 Kopp) und ebensowenig ist das Atomvolum von NH_4O , NO_3 (586 Kopp) kleiner als das von NaO , NO_3 (483 Kopp), sondern beide liegen gerade zwischen den entsprechenden Natron und Kalisalzen ($\text{KCl} = 481$ Kopp und $\text{KO}, \text{NO}_3 = 602$ Karsten).

Schon viel näher als das Ammoniak den Alkalien steht die Magnesia den alkalischen Erden und zwar nicht bloß in Hinsicht der räumlichen, sondern auch in Hinsicht der Löslichkeitsverhältnisse. Da das Atom Mg leichter ist als das Atom Ca und da ferner die drei Atome Ca, Sr und Ba sich in den bisher bekannt gewordenen Verbindungen auffallender Weise entweder durchgängig positiv oder durchgängig negativ verhalten¹⁾), so bildet die Curve Mg in den häufigsten Fällen das eine Endglied einer fortlaufenden Reihe negativ oder positiv sich verhaltender Curven und nur in verhältnismäßig seltenen Fällen liegt sie zwischen den andern. Das eine Endglied einer fortlaufenden Reihe negativ sich verhaltender Curven bildet das Atom Mg z. B. in dem Abschnitte O der Figur 1; das eine Endglied positiv sich verhaltender Curven in den Abschnitten CO_2 und SO_2 der Fig. 2, ferner in den Abschnitten SO_3 , CrO_3 , SeO_3 und VaO_3 der Figur 3 und endlich in dem Abschnitt JO_3 der Figur 4; sie liegt ebenfalls der Abscissenaxe zunächst in dem Abschnitte S_2O_3 derselben Figur; sie fällt zwischen die andern Curven und zwar wahrscheinlich zwischen Ca und Sr in dem Abschnitt Cl der Figur 1 und in den Abschnitten NO_3 und BrO_3 der Figur 4.

Es existiert nun auch noch eine ziemlich ausgedehnte Reihe sogenannter schwerer Metalle, von denen einige gewiß den drei vorhin betrachteten, Hg, Pb und Ag, ange-

1) Nur die Salzatome BaO , S_2O_3 ; SrO , S_2O_3 und CaO , S_2O_3 machen, soviel mir bekannt, hiervon eine Ausnahme.

reihen werden können. Dablin gehören die Metalle Cd; Zn; Cu; Ni; Co; Fe und Mn. Von diesen bildet sowohl Zn als auch Fe ein Endglied in der Reihe der sich negativ verhaltenden Curven Ag; Pb und Hg in dem Abschnitt O der Figur 1. Jedes von diesen sieben Metallen bildet für sich wieder in den Abschnitten Cl; Br und J der Figur 1 ein Endglied in der Reihe sich positiv verhaltender Curven. In andern Abschnitten dagegen fallen sie verschiedentlich zwischen die andern.

Wie ferner die sieben genannten Atome sich zu einander verhalten, welche von ihnen eine Reihe bilden, darüber lässt sich bisher kaum etwas Bestimmtes anführen; weder die jodsäuren noch die in neuerer Zeit durch Többer¹⁾ untersuchten schwefelsäuren Salze führen auf irgend eine bemerkenswerthe Thatsache.

Wenn demnach der bisher eingeschlagene Weg, aus den vorgenannten sieben Metallen die zusammengehörigen herauszusuchen, wenig ergiebig war, so ist es vielleicht mehr der andere Weg. Wenn die drei Curven der Fig. 8 die drei Atome ClO_5 ; BrO_5 und JO_5 bezeichneten, so lagen die drei Abschnitte HgO ; PbO und AgO rechts von dem Punkte — b.c. Es könnte nun möglich seyn, dass eins oder das andere der sieben genannten Metalle diese Zone des positiven Verhaltens überschritte, ein Fall, der doch bei den Kalisalzen vorliegt und der überdies auch bei dem so grossen Unterschiede der Atomgewichte wohl denkbar wäre; allein was bisher über die Verbindungen der Chlorsäure, Bromsäure und Jodsäure mit den Oxyden der genannten sieben Metalle bekannt ist, spricht noch wenig dafür, da sie sämtlich sich wie die Silbersalze zu verhalten scheinen.

Wie sich ferner die Verbindungen von Cl; Br und J mit einem dieser Metalle zu einander verhalten, ob sie positiv sind, wie die Silber-, Blei- und Quecksilberverbindungen oder ob sie sich anders verhalten und so vielleicht einen Uebergang zu dem durchaus verschiedenen Verhal-

1) Ann. d. Chem. und Pharm. Bd. 95, S. 198.

ten der alkalisch erdigen und der alkalischen Metalle vermittelten, darüber konnte ich nichts Bestimmtes vorfinden.

Mögen nun diese Metalle, mögen ferner das Magnesium und das Ammonium den vorerwähnten drei Gruppen beizuzählen seyn, oder mögen sie, was wohl noch wahrscheinlicher ist, Glieder anderer ähnlicher Gruppen bilden, so tragen sie jedenfalls dazu bei, die Uebereinanderlagerung verschiedener Gruppen, wie sie in den Figuren 9, 10, 11 und 12 Taf. I dargestellt wurde, zu vermehren.

Von den Schwefelsalzen können hier nur die drei Atome BaS , CS_2 ; SrS , CS_2 und CaS , CS_2 erwähnt werden, welche nach den Angaben von Berzelius sich genau ebenso positiv verhalten, wie die entsprechenden kohlen-sauren Salze und sich von diesen nur durch ihre bedeutend gröfsere Löslichkeit unterscheiden. Dass schwerlösliche Sauerstoffsalze in leichter lösliche Salze umgeändert werden, wenn die Sauerstoffatome durch Schwefelatome ersetzt werden, ist eine bereits öfter beobachtete Thatsache und können in dieser Hinsicht außer den drei genannten noch angeführt werden NaS , CS_2 ; LiS , CS_2 ; NaS , WoS_3 ; MgS , CS_2 ; BaS , MoS_3 ; SrS , MoS_3 ; CaS , MoS_3 ; BaS , WoS_3 ; SrS , WoS_3 ; CaS , WoS_3 ; MnS , MoS_3 ; MnS , WoS_3 ; FeS , CS_2 ; FeS , MoS_3 ; FeS , WoS_3 ; CdS , CS_2 , und ist es auch noch bei manchen andern ganz wahrscheinlich, zumal es nicht ungereimt erscheint, einer bei ähnlichen Verbindungen sich stets wiederholenden Substitution auch ähnliche Effecte zuzuschreiben.

Es mögen schliesslich hier noch einige Siedepunkte angeführt werden, welche als weiterer Beleg für die bereits früher hervorgehobene, zwischen den Siedepunkten und der Lage der Löslichkeitscurven der Salzatome austretende Regelmässigkeit dienen können. Sämtliche Siedepunkte sind die der gewöhnlichen Sättigung und beziehen sich also auf Lösungen, aus denen sich bereits ein großer Theil des Salzes zu Boden gesetzt hat. Die Siedepunkte solcher Salzlösungen, welche ein und derselben Gruppe angehören, gelten ferner für gleichen Parameterstand, es sey denn,

dass die Siedepunkte sehr von einander abweichen, in welchem Falle dies weniger zur Sprache kommt.

Es verhalten sich negativ BaCl und BaBr, dem entsprechend sind die Siedepunkte bei gleichem Druck

$$\text{BaCl} = 106^\circ \text{ und } \text{BaBr} = 113^\circ.$$

Es verhalten sich ferner negativ BaO, NO₅ und BaO, ClO₅; die Siedepunkte sind bei gleichem Druck

$$\text{BaO}, \text{NO}_5 = 102^\circ, 5 \text{ und } \text{BaO}, \text{ClO}_5 = 111^\circ.$$

Es verhalten sich ebenfalls negativ KO, SO₃ und KO, CrO₃; die Siedepunkte sind bei gleichem Druck

$$\text{KO}, \text{SO}_3 = 103^\circ \text{ und } \text{KO}, \text{CrO}_3 = 107^\circ.$$

Wenn bei dieser Vergleichsweise die Siedepunkte sich in dem Maafse erhöhen, als die Löslichkeitscurven der Salzatome in ihrer Nähe der Abscissenaxe sich nähern, ohne dass bisher ein Ausnahmefall beobachtet worden wäre, so lässt sich dies keineswegs von der andern Vergleichsweise behaupten. Es folgen hier zwar die Siedepunkte ebenso regelmässig aufeinander wie die Löslichkeitscurven der Salzatome in den Gruppen

$$\text{NaCl} = 109^\circ; \text{KCl} = 110^\circ; \text{LiCl} = 171^\circ$$

$$\text{LiO}, \text{CO}_2 = 102^\circ; \text{NaO}, \text{CO}_2 = 106^\circ; \text{KO}, \text{CO}_2 = 135^\circ.$$

$$\text{KO}, \text{SO}_3 = 103^\circ; \text{LiO}, \text{SO}_3 = 105^\circ; \text{NaO}, \text{SO}_3 = 105^\circ.$$

$$\text{BaCl} = 106^\circ; \text{SrCl} = 114^\circ\text{ 1); CaCl} = 180^\circ\text{ 2).}$$

$$\text{BaO}, \text{NO}_5 = 102^\circ, 5; \text{SrO}, \text{NO}_5 = 108^\circ; \text{CaO}, \text{NO}_5 = 152^\circ \text{ und einigen andern bereits früher zusammengestellten.}$$

Einen Ausnahmefall bildet indefs die Gruppe
 $\text{NaO}, \text{NO}_5 = 122^\circ; \text{KO}, \text{NO}_5 = 118^\circ; \text{LiO}, \text{NO}_5 \text{ über } 200^\circ.$

Anhang.

Da es sich im Vorangehenden nur um die *relative Löslichkeit der wasserfreien Salzatome* handelt, so findet man hier auch *nur diese* angegeben und zwar *genau in der früher beschriebenen Weise berechnet* aus der Löslichkeit der

1) Pogg. Ann. Bd. 92, S. 500.

2) CaCl und auch CaO, NO₅, setzen bereits früher CaO ab, während die Säuren entweichen.

Gewichtstheile, wie sie bald in dem Handbuche von Gmelin, bald in dem Lehrbuche von Berzelius, bald in den Jahresberichten von Liebig und Kopp, bald auch an anderen näher bezeichneten Orten angeführt wird. Neben diesen Zahlenwerthen findet man überdies noch einzelne Angaben zusammengetragen, wonach irgend ein Salzatom überhaupt nur mehr oder weniger löslich ist als ein anderes.

In gleicher Weise zerfallen auch meine eigenen Versuche in bestimmte Zahlenangaben und in weniger bestimmte Angaben, welches von zwei Salzatomen überhaupt das mehr und welches das weniger lösliche ist. Bestimmte Zahlenangaben wird man finden für die Löslichkeitscurven der Salzatome LiCl ; LiO, CO_2 ; LiO, NO_3 ; NaO, SO_4 ; $\text{NaO}, \text{S}_2\text{O}_4$; BaBr und BaO, ClO_3 . Die weniger bestimmten Angaben, welches von zwei Salzatomen überhaupt das mehr und welches das weniger lösliche ist, sind das Ergebnis der Ausfällungsmethode.

Es wurde zu diesem Zweck die Lösung irgend eines Salzes so weit verdünnt, bis von zwei anderen Salzen das eine sie noch deutlich präcipitirte, während es bei dem anderen Salze nicht oder doch wenigstens merklich weniger der Fall war. Der Kürze wegen habe ich die so gefundene relative Löslichkeit der Salzatome durch das eingeschobene Zeichen

weniger < mehr löslich

angedeutet.

Die einzelnen Salzatome folgen so aufeinander, wie sie im Vorangehenden abgehandelt wurden.

$\text{KO} = 0,36$ kaltes Wasser. Lowitz. (Gmel.) = 0,47 Wasser. A. Bineau. *Compt. rend.*, t. 41 p. 509.

$\text{NaO} = 0,75$ bei 18°C . und $0,40$ bei 80°C . Osann (Gmel.) = 0,47 Wasser. A. Bineau. *ibid.*

LiO . Von Arfvedson und C. Gmelin wird angegeben, dass es dem Gewichte nach erstlich bedeutend weniger löslich ist, als die beiden andern ätzenden Alkalien und dass es zweitens in warmem Wasser nicht merklich lös-

licher ist als in kaltem (Gmel.) Da das Atom LiO leichter ist als das Atom NaO, so lässt sich zwar aus der vorliegenden Angabe kein ganz bestimmter Schluss auf die relative Löslichkeit der Atome ziehen, doch glaubte ich durch die seltene Analogie, welche die drei Alkalien und die drei alkalischen Erden darbieten, einigermaßen berechtigt zu seyn, die Löslichkeitscurven der Atome LiO und NaO als negativ zu bezeichnen.

$\text{BaO} = 17,2$ kaltes und 1,8 kochendes Wasser. H. Davy (Gmel.) = 22,2 Wasser. A. Bineau. A. a. O.

$\text{SrO} = 67,2$ kaltes und 4 kochendes Wasser. Buchholz (Gmel.) = 67,3 bei 20°C . A. Bineau. *ibid.*

$\text{CaO} = 183,7$ bei 0° und 358,4 bei 100°C . Phillips (Gmel.)¹⁾ = 218,4 bei 18°C . A. Bineau. *ibid.*

Eine retrograde Löslichkeitscurve zeigt also bloß das leichteste Atom CaO, wie dies auch nur bei LiO, dem leichtensten Atome der alkalischen Reihe, wahrscheinlich ist.

$\text{AgO} = 3480$ A. Bineau. *ibid.*

$\text{PbO} = 7819$ A. Bineau. *ibid.*

$\text{HgO} = 27000$ Mittel. A. Bineau. *ibid.*

BaS löst sich in Wasser (Berz.).

CaS ist sehr wenig löslich (Berz.).

KFl zerfließt schnell an der Luft (Berz.).

$\text{NaFl} = 9,66$ wenigstens bei 16°C . und ist in warmem Wasser nicht löslicher (Berz.).

LiFl ist in Wasser fast ebenso schwerlöslich wie das köh-lensaure Salz (Berz.).

BaFl ist in gewissem Grade in Wasser löslich, so dass es sich beim Auswaschen beständig vermindert. Wird das Waschwasser abgedampft, so setzt sich das Fluor-baryum in einer feinkörnigen Rinde auf dem Boden des Gefäßes und auf der Oberfläche der Flüssigkeit ab (Berz.).

1) Ein ähnliches Verhältnis berechnet sich auch aus den Angaben von Wittstein (Jahresb. 1848).

SrF₁ ist in sehr geringem Grade in Wasser auflöslich (Berz.).

CaF₁ unlöslich in Wasser (Gmel.).

AgF₁ krystallisiert aus der concentrirten Lösung, (Fremy Jahresb. 54); konnte nicht krystallisiert erhalten werden und zog nach dem Eintrocknen aus der Luft wieder Feuchtigkeit an. Gay-Lussac und Thénard (Gmel.).

PbF₁ ist sehr unbedeutend in Wasser auflöslich (Berz.).

HgF₁ in Wasser löslich und daraus durch Abdampfen in Krystallen zu erhalten (Berz.).

KCl früher ausführlich angegeben.

NaCl früher ausführlich angegeben.

LiCl. Reines kohlensaures Lithon wurde mit Salzsäure versetzt und längere Zeit gekocht, während etwas kohlensaures Lithon überschüssig war, bis die saure Reaction gänzlich verschwunden war. Ausgelöstes kohlensaures Lithon konnte in der Lösung von Chlorlithium nicht nachgewiesen werden. Die bei 0° gesättigte Lösung wurde erhalten, indem Wasser von dieser Temperatur während 5 Stunden auf die in seinen obersten Schichten angehäuften Krystalle einwirkten; die für die übrigen Temperaturen gesättigten Lösungen wurden in der früher angegebenen Weise durch einstündiges lebhafte Schütteln erhalten. Die Lösungen wurden nicht filtrirt, da dies wegen der syrupartigen Beschaffenheit nur äußerst langsam vor sich ging. Der Salzgehalt in der bei 0°, 95°, 140° und 160° gesättigten Lösung wurde bestimmt durch Hintüberleiten eines schwachen Luftstroms von etwa 160° C., der der übrigen Lösungen dagegen wurde aus dem schwefelsauren Salze berechnet, welches durch Versetzen mit Schwefelsäure, Abdampfen und Glühen erhalten wurde. Die Gewichtstheile Wasser, welche ein Gewichtstheil und ein Atom des wasserfreien Chlorlithiums zur Lösung bei der nebenstehenden Temperatur bedarf, sind hier nächst zusammengestellt.

Li Cl

1 Gew. 1 Atom.

0° C.	1,57	0,66
20	1,24	0,52
65	0,96	0,40
95	0,77	0,32
140	0,72	0,30
160	0,69	0,29

Ba Cl bereits früher angegeben.**Sr Cl** bereits früher angegeben.**Ca Cl**=1,09 bei 0°; 0,81 bei 16° (Gmel.) und 0,17 bei 180° (Berz.).**Ag Cl** < **Pb Cl** < **Hg Cl****Ag Cl** sehr schwerlöslich.**Pb Cl**=188 bei 12°,5 Bischof (Gmel.).**Hg Cl** bereits früher angegeben.**K Br** bereits früher angegeben.**Na Br** bereits früher angegeben.

Ba Br. Die gesättigten Lösungen wurden sämmtlich durch einstündiges lebhaftes Schütteln erhalten und der Gehalt an wasserfreiem Salze aus dem schwefelsauren Salze berechnet. Die Gewichtstheile Wasser, welche ein Gewichtstheil und 1 Atom des wasserfreien Salzes bei der nebenstehenden Temperatur zur Lösung bedarf, sind hier nächst zusammengestellt.

Ba Br

1 Gew. 1 Atom.

0° C.	1,02	1,52
20	0,96	1,43
40	0,88	1,31
60	0,81	1,20
80	0,74	1,10
100	0,67	1,00

Ag Br < **Pb Br** < **Hg Br****Hg Br**=169 bei 9° Lassaigne und als Mittel 8,1 bei 100° (Gmel.).**KJ** bereits früher angegeben.

NaJ bereits früher angegeben.

AgJ < PbJ < HgJ

PbJ=2850 kaltes und 448 kochendes Wasser Denot (Gmel.).

HgJ=341 Saladin (Berz.).

Wie HgCl > HgBr > HgJ

und PbCl > PbBr > PbJ ebenso scheint

auch AgCl > AgBr > AgJ zu seyn. Abgesehen von der bereits früher (Pogg. Ann. Bd. 85 S. 43) hervorgehobenen Intensität der Trübung, spricht dafür auch die Beobachtung von Fehling (Jahresb. 1848 S. 953), dass bei fractionirter Fällung einer mit Bromkalium versetzten Kochsalzlösung das Bromsilber zuerst niederfällt, ferner dass nach Malaguti und Durocher (Jahresb. 1848, S. 450) schwerlösliche Schwefelmetalle wie ZnS und CdS das Chlorsilber unter Wasser zu zersetzen vermögen, aber nicht merklich das Jodsilber.

KO, CO₂ bereits früher angegeben.

NaO, CO₂ bereits früher angegeben.

LiO, CO₂ blieb während dreier Stunden mit siedendem Wasser in Berührung. Der Siedepunkt war schliesslich 102° C. Die Lösung wurde heiss in ein enghalsiges Gefäß hinein filtrirt und blieb 24 Stunden gut verschlossen. Es hatte sich unterdes nur ein sehr geringer Absatz gebildet. Der Absatz und die Lösung wurden getrennt und das Gewicht des ersten sowohl wie auch der Salzgehalt der letztern aus dem Gewichte des schwefelsauren Salzes berechnet. Demnach bedarf ein Gewichtstheil und ein Atom des Salzes nachstehende Gewichtstheile Wasser zur Lösung.

	LiO, CO ₂	
	1 Gew.	1 Atom.
13° C.	130	47,45
102	128,5	46,89

Die Löslichkeit dieses Salzes ist demnach bei verschiedenen Temperaturen nur sehr wenig verschieden; der Unterschied ist vielleicht nur der Verdunstung zuzu-

schreiben. Da das kohlensaure Natron bei ungefähr 38° sein Löslichkeitsmaximum hat, so würde eine retrograde Curve LiO, CO_2 die bereits früher ¹⁾ zusammengestellten Beobachtungen über das regelmässige Fortrücken der Löslichkeitsmaxima noch um eine vermehren. Da ich früher ²⁾ eine geringere Löslichkeit des kohlensauren Lithons angegeben, so sey hier bemerkt, dass damals das Salz gewiss nicht hinreichend lange mit dem siedenden Wasser in Berührung blieb, wofür auch der niedrigere damals angegebene Siedepunkt (100°) zu sprechen scheint.

$\text{BaO}, \text{CO}_2 = 11847$ bei 15° eigene Beobachtung (Pogg. Ann. Bd. 85, S. 247) und 24625 Bineau. A. a. O.

$\text{SrO}, \text{CO}_2 = 9241$ bei 15° eigene Beobachtung (*ibid.*) und 24354 Bineau (*ibid.*).

$\text{CaO}, \text{CO}_2 = 6429$ bei 15° eigene Beobachtung (*ibid.*) und 21000 als Mittel Bineau (*ibid.*). Dass $\text{BaO}, \text{CO}_2 < \text{SrO}, \text{CO}_2 < \text{CaO}, \text{CO}_2$ ist, dafür sprechen sowohl die Versuche von Bineau als auch meine eigenen, wie denn auch H. Rose ³⁾ bemerkt, dass die kohlensaure Baryterde weder die Strontianerde noch auch die Kalkerde aus den Auflösungen ihrer Salze niederschlägt. Dass die Resultate von Bineau und die meinigen so sehr differieren kann in der Verschiedenheit der angewandten Versuchsmethoden liegen. Bineau scheint die Salze der auflösenden Wirkung des Wassers ausgesetzt zu haben, ich dagegen bediente mich der Ausfällungsmethode.

$\text{PbO}, \text{CO}_2 < \text{AgO}, \text{CO}_2 < \text{HgO}, \text{CO}_2$ (Ausfällungsmethode)

$\text{AgO}, \text{CO}_2 = 44130$ bei 15° eig. Beob. (*ibid.*).

$\text{PbO}, \text{CO}_2 = 67587$ bei 15° Fresenius (*ibid.*).

KO, SO_2 in 0,79 kaltem, in weniger heissem Wasser löslich Fourcroy und Vauquelin (Gmel.).

NaO, SO_2 . Obgleich ich zu meinen Versuchen nur grosse

1) Pogg. Ann. Bd. 95, S. 468.

2) Pogg. Ann. Bd. 92, S. 499.

3) *Anal. Chemie.*

Krystalle anwandte, welche durchaus keine Spur von Verwitterung zeigten, so waren diese doch keineswegs ganz frei von schwefelsaurem Natron. Wenn auch diese Verunreinigung vielleicht durch den Umstand, dass das Salzatom $\text{NaO}_\text{, SO}_3$, bei gewöhnlicher Temperatur und noch viel mehr bei 0° bedeutend weniger löslich ist als das Salzatom $\text{NaO}_\text{, SO}_2$, nicht besonders störend auftritt, so bezeichne ich die folgenden Werthe doch nur als ziemlich genäherte und sollen sie hier auch keinen andern Zweck haben als bloß zu zeigen, dass die Curven K und Na wirklich so liegen, wie sie in Fig. 2 Colonne SO_2 , gezeichnet sind, welchem Zwecke sie denn auch bei dem nicht unbedeutenden Abstande vollkommen entsprechen. Die gesättigten Lösungen wurden erhalten, indem Wasser von constanter Temperatur während 4 Stunden mit den Krystallen in Berührung blieb. Der Salzgehalt der Lösungen wurde aus dem schwefelsauren Salze berechnet. In dieser Weise habe ich für das wasserfreie Salz folgende Werthe erhalten:

	$\text{NaO}_\text{, SO}_2$	
	1 Gew.	1 Atom.
0° C.	7,07	4,45
20	3,49	2,20
40	2,02	1,27.

$\text{BaO}_\text{, SO}_2$ kaum in Wasser löslich Fourcroy und Vauquelin (Gmel.) in Wasser unlöslich (Berz.).

$\text{SrO}_\text{, SO}_2$ kaum in Wasser löslich (Gmel.).

$\text{CaO}_\text{, SO}_2 = 480$ kaltes Wasser ungefähr (Gmel.).

$\text{AgO}_\text{, SO}_2$ löst sich nicht (Berthier) sehr wenig (Musspratt) in Wasser (Gmel.).

$\text{PbO}_\text{, SO}_2$ in Wasser unlöslich (Gmel. Berz.)

$\text{KO}_\text{, S}_2\text{O}_2$ zerfließlich. Die concentrirte Lösung ist ein dünner Syrup (Gmel.) Zerfließt sehr rasch, in Wasser äußerst leicht auflöslich (Berz.).

$\text{NaO}_\text{, S}_2\text{O}_2$. Das käufliche Salz, welches ich untersuchte, enthielt noch eine Spur schwefelsaures Natron, eine Verunreinigung, welche hier wohl noch weniger störend auftritt, als bei dem schwefligsauren Salze, da das unter-

schwefligsaurer Natron noch bedeutend löslicher ist als jenes. Genau wie bei dem schwefligsauren Salze wurden die gesättigten Lösungen dargestellt und analysirt. Die Löslichkeitswerthe sind für das wasserfreie Salz:

	NaO, S ₂ O ₂	1 Gew.	1 Atom.
0° C.	2,01	1,59	
20	1,44	1,14	
40	0,96	0,76	
60	0,52 ¹⁾	0,41	

Zwischen 60 und 100° vermuthe ich ein Löslichkeitsmaximum, doch reichen meine Versuche nicht hin, dies mit Bestimmtheit behaupten zu können. Das Salzatom NaO, S₂O₂ + 6aq schmilzt bei ungefähr 48°, was mit obigen Löslichkeitswerthen übereinstimmt. Dass die Curven K und Na in der Colonne S₂O₂ der Fig. 2 so liegen wie in den beiden andern Colonnen, ist dem Vorstehenden zufolge nicht unwahrscheinlich.

BaO, S₂O₂ wenig in Wasser löslich (Gmel.).

SrO, S₂O₂ = 6,24 bei 13° und 1,98 bei 100° Herschel (Gmel.).

CaO, S₂O₂ = 1,84 bei 3° Herschel (Gmel.).

AgO, S₂O₂ wenig in Wasser löslich. Herschel (Gmel.).

PbO, S₂O₂ = 5216 Herschel (Gmel.).

BaO, SeO₂ in Wasser unlöslich (Berz.).

SrO, SeO₂ in Wasser unlöslich (Berz.).

CaO, SeO₂ in Wasser schwer auflöslich (Berz.).

KO, SO₃ bereits früher angegeben.

NaO, SO₃ bereits früher angegeben.

LiO, SO₃ bereits früher angegeben.

BaO, SO₃ = 50155 (Gmel.).

SrO, SO₃ = 4913 bei 15° eig. Beob. A. a. O.

CaO, SO₃ = 332 bei 0°; 268 bei 35° (Löslichkeitsmaximum) und 313 bei 100°. Poggiale. A. a. O.

AgO, SO₃ = 107 bei 100° eig. Beob. A. a. O.

PbO, SO₃ = 19721 bei 15° eig. Beob. A. a. O.

1) Nach einständigem lebhaften Schütteln.

$KO, CrO_3 > NaO, CrO_3$ bei 0° . Wird $KO, 2CrO_3$ mit NaO, CO_2 neutralisiert, so krystallisiert bei 0° das neutrale chromsaure Natron. Johnson (Jahresb. 1854). $BaO, CrO_3 < SrO, CrO_3 < CaO, CrO_3$ (Ausfällungsmethode).

AgO, CrO_3 und PbO, CrO_3 kein deutlicher Unterschied mittelst der Ausfällungsmethode.

BaO, SeO_3 ist in Wasser ebenso unlöslich, wie das schwefelsaure Salz (Berz.).

CaO, SeO_3 hat denselben Grad von Löslichkeit wie der Gyps (Berz.).

AgO, SeO_3 wie das schwefelsaure Salz (Berz.).

PbO, SeO_3 nicht in Wasser löslich Mitscherlich (Gmel.).

BaO, VaO_3 in kaltem Wasser etwas löslich (Berz.).

SrO, VaO_3 ist löslicher als das Baryterdesalz (Berz.).

CaO, VaO_3 ist noch auflöslicher als das Strontiansalz (Berz.).

KO, NO_3 bereits früher angegeben.

NaO, NO_3 bereits früher angegeben.

LiO, NO_3 genau ebenso dargestellt, wie das Chlorlithium.

Aufgelöstes kohlensaures Lithon konnte auch in der Lösung von salpetersaurem Lithon nicht nachgewiesen werden. Die gesättigten Lösungen wurden in verschiedener Weise erhalten, der Salzgehalt wurde bald bestimmt durch Abdampfen in einem Luftstrom von vielleicht 140° , meist aber aus dem schwefelsauren Salze berechnet. Die Löslichkeitswerthe, welche ich für das wasserfreie Salz gefunden, sind folgende:

	LiO, NO_3	
	1 Gew.	1 Atom.
$0^\circ C.$	2,12	1,45 —
0	2,02	1,38 (15)
20	1,33	0,91 —
20	1,32	0,90
20	1,31	0,90 (3)
40	0,59	0,40
40,5	0,60	0,41 —
70	0,51	0,35
100	0,44	0,30
110	0,39	0,27.

Von den vorstehenden gesättigten Lösungen wurde die durch (15) bezeichnete erhalten, indem eine bei gewöhnlicher Temperatur gesättigte Lösung während 15 Stunden in schmelzendem Eise stand. Die drei durch — bezeichneten Lösungen waren erhalten, indem Wasser von konstanter Temperatur auf die Krystalle einwirkte und zwar bei 0 und 40°,5 während 6, und bei 20° während 5 Stunden. Die durch (3) bezeichnete Lösung wurde erhalten, indem eine bei höherer Temperatur gesättigte Lösung während dreier Stunden bei dieser Temperatur lebhaft geschüttelt und überdies noch, um die hier in so hohem Grade auftretende Uebersättigung so viel als möglich zu entfernen, von Zeit zu Zeit mit einzelnen Krystallen versetzt wurde. Alle übrigen Lösungen wurden in gleicher Weise, aber nur während einer Stunde geschüttelt.

BaO, NO_5 bereits früher angegeben.

SrO, NO_5 bereits früher angegeben.

$\text{CaO}, \text{NO}_5 = 0,66$ (Gmel.)

AgO, NO_5 bereits früher angegeben.

PbO, NO_5 bereits früher angegeben.

HgO, NO_5 syrupdicke Lösung bei — 15°. Ditten (Jahresbericht 1854.).

$\text{KO}, \text{S}_2\text{O}_5 = 19,65$ bei 16° und 1,88 bei 100°. Heeren (Gmel.).

$\text{NaO}, \text{S}_2\text{O}_5 = 2,72$ bei 16° und 1,51 bei 100°. Heeren (Gmel.)

$\text{BaO}, \text{S}_2\text{O}_5 = 12,13$ bei 8° Gay-Lussac; 6,91 bei 18° Heeren und 2,01 bei 100° Heeren (Gmel.).

$\text{SrO}, \text{S}_2\text{O}_5 = 7,55$ bei 16° und 2,76 bei 100° Heeren (Gmel.)

$\text{CaO}, \text{S}_2\text{O}_5 = 3,71$ bei 19° und 1,45 bei 100° Heeren (Gmel.).

KO, ClO_5 bereits früher angegeben.

NaO, ClO_5 bereits früher angegeben.

LiO, ClO_5 ist ein äusserst leicht auflösliches Salz und zerfließt an der Luft (Berz.).

BaO, ClO_5 . Die Löslichkeitswerthe 0°, 20° und 40° er-

halten, indem Wasser von constanter Temperatur mit den Krystallen 4 volle Stunden in Berührung blieb; die drei apdern durch einstündiges lebhaftes Schütteln. Der Salzgehalt aus dem schwefelsauren Salze berechnet. So wurden für das wasserfreie Salz folgende Löslichkeitswerthe gefunden:

	BaO, ClO ₅	1 Gew.	1 Atom.
0° C.	4,38	6,67	
20	2,70	4,11	
40	1,92	2,92	
60	1,29	1,97	
80	1,02	1,54	
100	0,79	1,20	

SrO, ClO₅ zerfließt an der Luft Chenevix (Gmel.).

CaO, ClO₅ zerfließt an der Luft Chenevix (Gmel.).

AgO, ClO₅ = 17 kaltes und 3,8 heißes Wasser Chenevix (Gmel.).

PbO, ClO₅ ist leicht löslich in Wasser (Berz.)

HgO, ClO₅ = 7 kaltes Wasser (Berz.); zerfließt an der Luft Braamcamp und Siqueira (Gmel.).

KO, BrO₅ bereits früher angegeben.

NaO, BrO₅ bereits früher angegeben.

LiO, BrO₅ zerfließt rasch an freier Luft Rammelsberg (Gmel.) und ist sehr leicht auflöslich in Wasser (Berz.)

BaO, BrO₅ = 267 kaltes und 49 kochendes Wasser Rammelsberg (Gmel.).

SrO, BrO₅ = 5,51 kaltes Wasser Rammelsberg (Gmel.).

CaO, BrO₅ = 1,82 kaltes Wasser Rammelsberg (Gmel.).

AgO, BrO₅ löst sich nicht in Wasser Löwig, löst sich wenig in Wasser Rammelsberg (Gmel.).

PbO, BrO₅ = 181 kaltes Wasser Rammelsberg (Gmel.).

HgO, BrO₅ würde nach Rammelsberg (Gmel.) 1599 kaltes und 158 kochendes Wasser zur Lösung bedürfen und lägen demnach die Curven Ag, Pb und Hg nicht so, wie sie in der Colonne BrO₅ der Figur 4 gezeichnet sind und wie es die Ausfällungsmethode

mit die Der So eits- anzeigte. Ich habe mich davon überzeugt, dass bei gewöhnlicher Temperatur gesättigte Lösungen von Quecksilberchlorid und bromsaurem Kali, welche annähernd gleiche Atomenmengen von beiden Salzen enthalten, miteinander vermischt, durchaus keinen Niederschlag geben, selbst nicht nach längerem Stehen. Die gegenseitige auflösende Kraft der bei Vermischung dieser beiden Lösungen entstehenden Salzatome müfste demnach jedenfalls sehr gros seyn, wenn beide Beobachtungen nebeneinander bestehen sollen. Allem Anscheine nach wiederholen sich überhaupt bei den chlor-, brom- und jodsauren Salzen dieser drei Metalloxyde genau dieselben Analogien, wie sie bei den Chlor-, Brom- und Jodmetallen hervortraten.

KO, JO_5 ; NaO, JO_5 und LiO, JO_5 bereits früher angegeben.

$BaO, JO_5 = 7349$ bei $13^{\circ}, 5$ und 1659 bei 100° frühere eigene Beobachtung.

$SrO, JO_5 = 934$ bei 15° und 300 bei 100° Rammelsberg (Gmel.).

$AgO, JO_5 < PbO, JO_5 < HgO, JO_5$ (Ausfällungsmethode.)

AgO, JO_5 in Wasser unlöslich (Berz.)

PbO, JO_5 löst sich sehr wenig in Wasser Pleischl (Gmel.).

HgO, JO_5 . Jodsaurer Kali oder Natron fällen nicht die Quecksilberoxydsalze Pleischl, Rammelsberg (Gmel.). Bei gewöhnlicher Temperatur gesättigte Lösungen von Quecksilberchlorid und jodsaurem Kali setzen, miteinander vermischt, nicht sogleich, aber innerhalb 24 Stunden einige Krystalle ab (eig. Beob.).

$KO, AsO_5 = 9,73$ bei 6° Thomson (Gmel.).

NaO, AsO_5 sehr leicht löslich (Gmel.).

LiO, SbO_5 aus $LiCl$ durch KO, SbO_5 niedergeschlagen; es ist schwerlöslich, aber viel leichter löslich als das Natronsalz (Berz.).

Noch mögen hier einige Resultate der Ausfällungsmethode erwähnt werden, welche in der Abhandlung benutzt sind. $\text{CaO}, \text{SO}_3 < \text{CaO}, \text{CrO}_3$; ferner $\text{SrO}, \text{SO}_3 < \text{SrO}, \text{CrO}_3$ und $\text{BaO}, \text{SO}_3 < \text{BaO}, \text{CrO}_3$; die Atome der Barytsalze sind indes nur sehr wenig verschieden.

Dass $\text{BaO}, \text{VaO}_3 > \text{BaO}, \text{SO}_3$, ist ebenfalls anzunehmen (Jahresb. 1851 S. 350); dass $\text{BaO}, \text{SeO}_4 > \text{BaO}, \text{SO}_3$ folgt aus einer Angabe von H. Rose (Pogg. Ann. Bd. 95, S. 432).

$\text{AgO}, \text{CrO}_3 < \text{AgO}, \text{SO}_3$ bedeutend verschieden.

$\text{PbO}, \text{CrO}_3 < \text{PbO}, \text{SO}_3$ wenig verschieden.

$\text{AgO}, \text{JO}_5 < \text{AgJ}$ wenig verschieden.

$\text{AgO}, \text{BrO}_5 > \text{AgBr}$ bedeutend verschieden.

$\text{PbO}, \text{JO}_5 < \text{PbJ}$ ziemlich verschieden.

$\text{PbO}, \text{BrO}_5 > \text{PbBr}$ bedeutend verschieden.

$\text{PbO}, \text{BrO}_5 > \text{PbCl}$ ziemlich verschieden, mit den angeführten Zahlenwerthen übereinstimmend.

$\text{PbO}, \text{JO}_5 < \text{PbBr}$ bedeutend verschieden,

PbJ und noch mehr $\text{PbO}, \text{JO}_5 < \text{PbO}, \text{SO}_3$.

PbO, JO_5 und PbO, CO_2 kein merklicher Unterschied.

Es folgen nun noch einige Angaben über die Löslichkeit solcher Salzatome, welche bisher noch nicht in Gruppen vereinigt werden konnten.

$\text{NH}_4\text{Cl} = 1,44$ bei $18^\circ, 75$ Karsten (Gmel.).

$\text{NH}_4\text{O}, \text{SO}_3 = 1,3$ kaltes und 0,66 kochendes Wasser (Gmel.).

$\text{NH}_4\text{O}, \text{NO}_5 = 0,40$ bei 18° , noch löslicher bei höherer Temperatur Karsten (Gmel.).

$\text{NH}_4\text{O}, \text{JO}_5 = 74,3$ bei 15° und 13,32 bei 100° Rammelssberg (Gmel.).

$\text{MgO} = 1000$ kaltes Wasser Fyfe (Gmel.); das Minimum der vorliegenden Angaben; in warmem Wasser soll sie weniger löslich seyn, nach Fyfe 7200 kochendes Wasser.

$\text{MgCl} = 1,15$ kaltes und 0,82 heißes Wasser (Gmel.).

$\text{MgO}, \text{CO}_2 = 2130$ bei 15° (frühere eig. Beob.).

$\text{MgO}, \text{SO}_2 = 16$ kaltes und weit weniger kochendes Wasser (Berz.).

- MgO , SO_3 bereits früher angegeben.
 MgO , CrO_3 leicht in Wasser löslich Vauquelin (Gmel.).
 MgO , SeO_3 löslich wie das Bittersalz (Berz.).
 MgO , VaO_3 concentrirbar bis zur Syrupsconsistenz (Berz.).
 MgO , $NO_5 = 1,2$ kaltes Wasser (Gmel.).
 MgO , $S_2O_5 = 1,78$ bei 13° Heeren (Gmel.).
 MgO , $BrO_5 = 3,3$ kaltes Wasser Rammelsberg (Gmel.).
 MgO , JO_5 auflöslich (Gmel.).
 $ZnO = 400000$ Bineau. A. a. O.
 $FeO = 54000$ Bineau (*ibid.*).
 MnO , $JO_5 = 400$ Rammelsberg (Gmel.).
 MnO , BrO_5 und MnO , ClO_5 nicht haltbar Rammelsberg (Gmel.).
 CoO , $JO_5 = 316$ bei 15° und 192 bei 100° Rammelsberg (Gmel.) (Berz.).
 CoO , $BrO_5 = 5,2$ kaltes Wasser Rammelsberg (Gmel.).
 CoO , ClO_5 zerflieslich Wächter (Berz.).
 NiO , $JO_5 = 257$ bei 15° und 165 bei 100° Rammelsberg (Gmel.).
 NiO , $BrO_5 = 8,1$ kaltes Wasser Rammelsberg (Gmel.).
 NiO , ClO_5 zerfliesst (Berz.).
 CuO , $JO_5 = 652$ bei 15° und 332 bei 100° Rammelsberg (Gmel.).
 CuO , BrO_5 sehr leicht löslich Rammelsberg (Berz.).
 CuO , ClO_5 zerflieslich Vauquelin (Gmel.).
 ZnO , $JO_5 = 257$ bei 15° und 172 bei 100° Rammelsberg (Gmel.).
 ZnO , $BrO_5 = 2,7$ kaltes Wasser Rammelsberg (Gmel.).
 ZnO , ClO_5 löst sich in Wasser leicht und wird an der Luft feucht (Berz.).
 CdO , JO_5 sehr wenig löslich Rammelsberg (Gmel.).
 CdO , $BrO_5 = 1,6$ kaltes Wasser Rammelsberg (Gmel.).
 CdO , ClO_5 zerflieslich (Berz.).
-

IV. Ueber die Modification der mittleren Eigenschaft; von P. Kremers.

Wenn zwei verschiedene Körper sich miteinander vermischen und ein homogenes Ganze bilden, so sind die Intensitäten der physikalischen Eigenschaften dieser Gemische in der Regel modifizirt, d. h. bei irgend einer gegebenen Temperatur bald größer, bald geringer, als sie sich aus den ursprünglichen Intensitäten der Mischtheile als Mittel berechnen würden. Insofern die Intensitäten der physikalischen Eigenschaften verschiedener Körper bei den wechselnden Temperaturen verschieden sind, kann auch die Modification der mittleren Eigenschaft bei ein und demselben Gemische mit der Temperatur oft wesentlich sich ändern. So z. B. wurden bereits früher¹⁾ einzelne Fälle hervorgehoben, wo in *einem* Theile des Temperaturintervalls von 0 bis 100° ein Salzatom *löslicher*, in dem *andern* Theile dagegen *weniger löslich* war, als die beiden Componenten, wo also auch nothwendiger Weise bei irgend einer diesem Intervall angehörigen Temperatur ein Uebergang beider entgegengesetzten Modificationen zu einander auftreten musste, *ein Punkt, wo durchaus keine Modification der mittleren Eigenschaft vorhanden ist*. Dass solche Punkte mit der Constitution der Salze innig verknüpft sind, wurde bereits damals hervorgehoben.

Die nachfolgende Untersuchung behandelt die Modificationen der mittlern Eigenschaft in einer von der gewöhnlichen etwas verschiedenen Weise nämlich an einer Reihe von Körpern, bei denen die Mittelglieder zwar theoretisch als aus den halbirten Endgliedern zusammengesetzt angesehen werden können, ohne dass indefs solches bisher gelungen wäre; sie behandelt die Verbindungen einiger der bereits oft erwähnten merkwürdigen Triaden; sie vergleicht z. B. die Lage der Löslichkeitskurve eines Mittelgliedes

1) S. 37 u. f.

(m) mit der einer andern Curve (h), welche die Mitte zwischen den Löslichkeitscurven der beiden zugehörigen Endglieder hält. Die Zahlen der nachfolgenden Tabelle sind die Größen $\frac{h-m}{h}$ und bezeichnen also die Modification der mittleren Eigenschaft bei den nebenstehenden Temperaturen ¹⁾.

$$h = K \left(\frac{Cl+J}{2} \right)$$

$m = KBr$

0°	= - 0,15
20	= - 0,11
40	= - 0,10
60	= - 0,09
80	= - 0,09
100	= - 0,08

$$h = Na \left(\frac{Cl+J}{2} \right)$$

$m = NaBr$

0°	= - 0,02
20	= + 0,06
40	= + 0,06
60	= + 0,14
80	= + 0,11
100	= + 0,10

$$h = KO \left(\frac{Cl+J}{2} \right) O_3$$

$m = KO, BrO_3$

0°	= - 0,31
20	= - 0,10
40	= 0,00
60	= + 0,11
80	= + 0,16
100	= + 0,24

$$h = NaO \left(\frac{Cl+J}{2} \right) O_3$$

$m = NaO, BrO_3$

0°	= + 0,86
20	= + 0,66
40	= + 0,59
60	= + 0,53
80	= + 0,49
100	= + 0,47

- 1) Die Löslichkeitswerthe der Salzatome, welche den nachstehenden Rechnungen zu Grunde liegen, sind theilweise schon früher (Pogg. Ann. Bd. 97, S. 1) angeführt; es folgen daher hier nur solche, welche ich bisher noch nicht angegeben habe:

	K Cl	Na Cl	Li Cl	KO, ClO ₃
	1 Atom	1 Atom	1 Atom	1 Atom
0° C.	2,56	1,65	0,66	36,81
20	2,15	1,62	0,52	17,50
40	1,86	1,60	0,46	8,60
60	1,64	1,57	0,42	4,95
80	1,46	1,53	0,36	3,20
100	1,32	1,48	0,30	2,18

$$h = \left(\frac{K+Li}{2} \right) Cl$$

$m = NaCl$

0°	= - 0,02
20	= - 0,21
40	= - 0,38
60	= - 0,52
80	= - 0,68
100	= - 0,83

$$h = \left(\frac{K+Li}{2} \right) O, NO_3$$

$m = NaO, NO_3$

0°	= + 0,86
20	= + 0,53
40	= + 0,14
60	= 0,00
80	= - 0,20
100	= - 0,43

$$h = \left(\frac{K+Li}{2} \right) O, SO_3$$

$m = NaO, SO_3$

0°	= - 1,36
20	= + 0,13
40	= + 0,63
60	= + 0,55
80	= + 0,47
100	= + 0,39

$$h = \left(\frac{K+Li}{2} \right) O, CO_2$$

$m = NaO, CO_2$

0°	= + 0,69
20	= + 0,91
40	= + 0,96
60	= + 0,96
80	= + 0,95
100	= + 0,95

Dieser Zusammenstellung zufolge sind also Uebergangspunkte der entgegengesetzten Modificationen zu einander,

	KO, NO ₃ 1 Atom	NaO, NO ₃ 1 Atom	LiO, NO ₃ 1 Atom	KO, SO ₃ 1 Atom
0° C.	13,48	1,08	1,45	10,42
20	3,12	0,95	0,90	7,36
40	1,54	0,83	0,40	5,61
60	1,05	0,71	0,36	4,63
80	0,69	0,61	0,33	3,90
100	0,40	0,50	0,30	3,38
	NaO, SO ₃ 1 Atom	LiO, SO ₃ 1 Atom	KO, CO ₂ 1 Atom	NaO, CO ₂ 1 Atom
0° C.	14,10	1,54	0,82	7,47
20	3,90	1,59	0,73	2,05
40	1,36	1,66	0,65	1,06
60	1,44	1,73	0,58	1,08
80	1,52	1,80	0,51	1,09
100	1,60	1,87	0,46	1,10

1 Atom LiO, CO₂ bei allen Temperaturen = 47,45 angenommen.
 Diesem sowie den Verthen für LiCl; LiO, NO₃ und LiO, SO₃ liegen die früher angegebenen eigenen Versuche zu Grunde. Die andern Beobachter wurden bereits früher (Pogg. Ann. Bd. 92, S. 501) genannt.

Temperaturen; bei welchen durchaus keine Modification eintritt, eine keineswegs seltene Erscheinung.

Neben der vorangehenden können noch einzelne andere Modificationen angeführt werden, die aber nicht wie jene durch ein mehr oder weniger großes Temperaturintervall verfolgt sind. Eine dieser Modificationen ist die der räumlichen Verhältnisse. Die bereits früher¹⁾ veröffentlichten Resultate gestatten nur den einen Vergleich der mittleren räumlichen Verhältnisse gleich concentrirter Lösungen von KCl und KJ (*h*) mit dem intermediären Gliede KBr (*m*). Für die nebenstehende Menge gelöster Salzatome ist nun

$$\begin{aligned}\frac{h-m}{h} &= 0,0013 \quad (10) \\ &= 0,0019 \quad (20) \\ &= 0,0022 \quad (30) \\ &= 0,0032 \quad (40).\end{aligned}$$

Die Modificationen wachsen also mit der Anzahl gelöster Salzatome; sie sind ferner bei der Versuchstemperatur 19°,5 C. nicht sehr bedeutend und könnte es daher wohl möglich seyn, auch Temperaturen ausfindig zu machen, bei welchen die Modification gänzlich fortfällt.

Eine andere Modification ist die der Siedepunkte. Die Werthe $\frac{h-m}{h}$, welche sich aus den früher²⁾ mitgetheilten Siedepunkten ergeben, sind hiernächst zusammengestellt für die acht in obiger Tabelle angeführten Gemische. Der Kürze wegen werden hier nur die modifirten (*m*) Salzatome angeführt:

1) Pogg. Ann. Bd. 96, S. 62. Da die Interpolationswerthe für KCl und KBr bereits (Pogg. Ann. Bd. 98, S. 60) angegeben sind, so mögen hier noch die entsprechenden für KJ angeführt werden. Die Colonnen der nächstfolgenden Tabelle entsprechen denen der früheren Tabelle V.

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
KJ	10	104,64
	20	109,46
	30	114,26
	40	119,18

2) Pogg. Ann. Bd. 97, S. 1 und oben.

$KBr = 0,02$; $NaBr = 0,03$; $KO, BrO_5 = -0,005$;
 $NaO, BrO_5 = 0,07$; $NaCl = 0,22$; $NaO, NO_5 = 0,17$;
 $NaO, SO_3 = -0,01$; $NaO, CO_2 = 0,11$.

Ist ferner $h = \left(\frac{Ba + Ca}{2}\right) Cl$ und $m = SrCl$, so ist

$$\frac{h-m}{h} = 0,20$$

und ist $h = \left(\frac{Ba + Ca}{2}\right) O, NO_5$ und $m = SrO, NO_5$, so ist

$$\frac{h-m}{h} = 0,15.$$

Nur zwei der vorstehenden Werthe haben ein negatives Vorzeichen, sie sind beide auch so gering, dass vielleicht nur geringe Änderungen des Luftdrucks nötig sind, damit hier die Modification des mittleren Siedepunktes gänzlich verschwinde.

Eine letzte hier zu behandelnde Modification ist die der *mittleren Atomgewichte*. Die relativen Atomgewichte der Körper kennt man bisher nur für die gewöhnliche Temperatur. Für diese Temperatur berechnen sich, genau wie in dem Vorangehenden, *auch* Modificationen, die zwar nicht bedeutend sind, aber doch, wenigstens bei einzelnen Triaden, die Gränzen der möglichen Fehlerquellen überschreiten.

Wenn man die in dem letzten Jahresberichte von Liebig und Kopp (1854) angeführten Atomgewichte zu Grunde legt, mit der einzigen Ausnahme, dass dem Atom Sb das neuerdings ¹⁾ von R. Schneider angegebene Gewicht 120,3 beigelegt wird, so sind die Modificationen $(\frac{h-m}{h})$ folgende:

$$h = \frac{K + Li}{2}; \quad m = Na; \quad \frac{h-m}{h} = -0,007$$

$$h = \frac{Ba + Ca}{2}; \quad m = Sr; \quad \frac{h-m}{h} = +0,010$$

$$h = \frac{Ag + Hg}{2}; \quad m = Pb; \quad \frac{h-m}{h} = +0,003$$

$$h = \frac{J + Cl}{2}; \quad m = Br; \quad \frac{h-m}{h} = +0,016$$

1) Pogg. Ann. Bd. 97, S. 484 und Bd. 98.

$$h = \frac{S + Se}{2}; \quad m = Cr; \quad \frac{h-m}{h} = +0,038$$

$$h = \frac{S + Te}{2}; \quad m = Se; \quad \frac{h-m}{h} = +0,017$$

$$h = \frac{Cr + Va}{2}; \quad m = Mo; \quad \frac{h-m}{h} = +0,035$$

$$h = \frac{P + Sb}{2}; \quad m = As; \quad \frac{h-m}{h} = +0,009$$

Wenn man annimmt, dass in einem hinreichend grossen Temperaturintervall auch diese Modificationen durch einen Punkt, wo keine Modification eintritt, in die entgegengesetzten übergehen, so sehe ich darin nur eine Analogie mit dem, was in Anbetracht der Modification der mittlern Löslichkeit bereits in dem kleinen Temperaturintervall von 0 bis 100° so klar ausgesprochen ist. Eine solche Annahme ist natürlich unzertrennlich von der andern, dass nämlich die relativen Atomgewichte der Körper bei verschiedenen Temperaturen verschieden sind. Insofern das Verhältniss der Atomgewichte, wie das aller anderen physikalischen Eigenschaften der Körper, durch die Intensitäten verschiedener gleichzeitig einwirkender Agentien bestimmt wird, insofern namentlich ein Wechsel der Temperatur in solche Verhältnisse so umgestaltend eingreift, kann jene Annahme wohl als zulässig erscheinen. Ob indefs schon ein Temperaturunterschied von 100°, wie er leicht zu erreichen ist, genügt, um Aenderungen im Verhältnisse der Atomgewichte und dadurch bedingte Aenderungen der Modification des mittlern Atomgewichts nachzuweisen, oder ob dazu weit grössere Unterschiede erforderlich sind, darüber mögen spätere Versuche entscheiden.

V. Meteorsteinfall in Ostflandern.

Am 7. Juni 1855 Abends 7½ Uhr hat sich auf der Ebene bei St. Denis-Westrem, eine Lieue von Gent, ein Meteor-

steinfall zugetragen, über welchen Hr. Duprez im *Bulletin de l'acad. de Belgique T. XXII, pt. II, p. 54* Bericht erstattet. Der Fall geschah bei rubiger Luft und etwas bewölktem Himmel, ungefähr dreissig Schritt von zwei Personen, einem Mann und einer Frau, die auf dem Felde arbeiteten. Dieselben gewahrten keine Lichterscheinung, vernahmen auch keine Detonation, sondern bloß ein Gerassel wie von einem Wagen. Der Stein, der zwei Fuſtief in den Boden eingedrungen war, war beim Herausholen noch heis, und hatte ein bläuliches Ansehen und einen Schwefelgeruch. Die von Hrn. Duprez einige Tage nach dem Fall untersuchte Masse war offenbar nur ein Stück des ganzen Aërolithen, und wog 700,5 Grm. Sie war von unregelmäſiger Gestalt, mehr oder weniger abgeplattet, und auf den Kanten abgerundet. Sie erwies sich bekleidet mit einer schwarzbraunen Rinde, ausgenommen auf der Seite, die offenbar Bruchfläche war. Nach Fortnahme dieser Rinde zeigte das Innere eine weifs graue Farbe, und es waren darin Metallkörner zu unterscheiden, die theils aus Eisen, theils aus einem silberweissen Metall zu bestehen schienen. Im trockenen Zustande war die innere Substanz geruchlos, befeuchtet hauchte sie aber einen kalkigen Geruch aus. Die Masse war sehr poröſe; in Wasser gelegt, absorbierte das Stück in wenig Minuten 15 Grm., wozu indels eine Spalte in dem Stein auch etwas beigebringen haben mochte. Die innere Masse war überdiefs körnig und zerreiblich, die äußere dagegen hart; beide wirkten auf die Magnetnadel. Das specifische Gewicht der Masse fand Hr. D. = 3,293 bei 14° C., gegen das des Wassers bei 4° C. gleich eins.

Staubige und weiche Massen sind schon mehrmals in Belgien herabgekommen; von einem festen Aërolithen ist dies aber, nach Hrn. D.'s Angabe, der erste Fall.

VI. Ueber das Tantal und seine Verbindungen mit Chlor und mit Brom; von H. Rose.

Seit der Auffindung des Niobs habe ich mich anhaltend mit den Eigenschaften desselben beschäftigt. Es war aber bei dieser Arbeit nothwendig, die Verbindungen des Tantals zu berücksichtigen, mit welchen die des Niobs eine auffallende Aehnlichkeit haben.

Diese Untersuchungen gehören, besonders da die Säuren des Tantals und des Niobs so wenige Analogie mit anderen metallischen Säuren zeigen, zu den allerschwierigsten im ganzen Umfange der Chemie. Beide Metalle sind schwer im vollkommenen Zustande der Reinheit darzustellen, so dass man darauf verzichten muss, die verschiedenen Verbindungen aus den Metallen selbst zu erhalten. Die Oxyde beider Metalle gehören zu den schwächeren metallischen Säuren, namentlich, wenn sie auf nassem Wege wirken. Sie verbinden sich daher mit starken Basen in vielen Verhältnissen und diese Verbindungen können leicht zersetzt, und nicht immer leicht von derselben Zusammensetzung erhalten werden. Die Chlorverbindungen der Metalle sind vom festen Aggregatzustande, und schwer von den zu gleicher Zeit sich bildenden Acichloriden zu trennen, wodurch die genaue Bestimmung der Zusammensetzung derselben erschwert wird, was um so unangenehmer ist, da die Atomgewichte einfacher Körper am sichersten sonst aus den Chlorverbindungen hergeleitet werden können. Auch die Schwefelverbindungen beider Metalle sind schwer im reinsten Zustande und von einer bestimmten Zusammensetzung nach einfachen Verhältnissen zu erhalten, so dass man sie noch weniger zur Feststellung der Atomgewichte dieser Metalle benutzen kann. Wegen dieser Umstände ist die richtige Zusammensetzung der Säuren des Tantals und des Niobs schwieriger richtig zu finden gewesen, als die der Kieselsäure und der Borsäure,

deren genaue Bestimmung den Chemikern bekanntlich viele Mühe gekostet hat, und über deren atomistische Zusammensetzung noch jetzt unter ihnen keine Uebereinstimmung herrscht.

Am meisten aber wurde diese Untersuchung erschwert durch das merkwürdige Verhalten des Niobs zwei Säuren von verschiedener Zusammensetzung zu bilden, die dessen ungeachtet so grofse Aehnlichkeit in ihren Eigenschaften und Verbindungen zeigen, dass sie sehr schwer von einander zu unterscheiden sind. Man kann die eine Säure in die andere auf keine Weise unmittelbar verwandeln; nur auf einem sehr mittelbaren Wege gelingt es; man muss die Säuren gleichsam zu Metall reduciren, um die Umwandlung zu bewirken. Die Säuren, und die ihnen analogen Verbindungen des Metalls mit Chlor, Fluor und Schwefel verhalten sich in so vieler Hinsicht so vollkommen wie Oxydationsstufen zweier sehr ähulicher aber verschiedener Metalle, dass ich sie auch lange Zeit hindurch als solche angesehen habe. Dieses ihr so eigenthümliches Verhalten, von dem im ganzen Gebiete der Chemie nichts Aehnliches existirt, tritt bei manchen Gelegenheiten so scharf hervor, dass nur ein sehr langes und anhaltendes Studium die vielen verwickelten Erscheinungen zu erklären vermochte, welche bei den Untersuchungen sich zeigten.

Diese grofsen Schwierigkeiten sind die Ursach, dass es mir erst nach sehr langer Zeit möglich war, eine, wie ich glaube, richtige Darstellung von den Eigenschaften und Verbindungen des Niobs geben zu können. Aber auch nur dieses sein merkwürdiges Verhalten konnte mich bestimmen, so viel Zeit und Mühe einem Gegenstande zu opfern, der sonst wohl, schon wegen der Seltenheit der in der Natur vorkommenden Verbindungen, es kaum verdiente.

Bei dieser ganzen Untersuchung erfreute ich mich der thätigsten und unverdrossensten Hülfe des Hrn. Weber, ohne welche es mir nicht möglich gewesen wäre, die zahlreichen Untersuchungen zu vollenden, welche die Arbeit

erforderte. Die meisten der quantitativen Analysen röhren von ihm her; nur durch die Menge derselben war es oft möglich, den Gegenstand aufzuhellen. Die ganze Abhandlung kann daher wie eine uns beiden gemeinschaftliche angesehen werden. In der letzten Zeit bin ich bei diesen Versuchen auch von Hrn. Oesten sehr thätig unterstützt worden.

Da die Verbindungen des Tantals einfacher als die des Niobs sind, und die letzteren zum Theil nur dann erst verstanden werden können, wenn man jene richtig kennt, so werde ich zuerst von den Verbindungen des Tantals handeln.

Das Tantal ist bisjetzt in der Natur nur in seiner Verbindung mit Sauerstoff als Tantalsäure vorgekommen, und zwar mit Sicherheit nur in zwei Mineralien, dem *Tantalit* und dem *Yttrotantalit*.

Der *Tantalit* ist bisjetzt vorzüglich in Finnland gefunden worden, und zwar zuerst in Kimitto. Später hat ihn Nordenskiöld noch an mehreren anderen Orten in Finnland entdeckt, namentlich in Tamela.

Aufser in Finnland ist der *Tantalit* auch in Schweden gefunden worden und zwar in der Gegend von Fahlun bei Finbo und Broddbo, aber in weit geringerer Menge als in Finnland. Dieser *Tantalit*, von Berzelius untersucht, ist auch von unreinerer Beschaffenheit, als der finnländische.

Ob der *Tantalit* an anderen Orten im scandinavischen Gebirge vorkommt, wage ich nicht zu entscheiden, und kann es nicht aus eigener Erfahrung. Mehrere Chemiker, besonders Scheerer, welche sich mit der Untersuchung tantalitähnlicher Mineralien aus Norwegen beschäftigt haben, scheinen, wie dieselben auch meistentheils selbst angeben, nicht Tantalsäure, sondern eine Säure des Niobs daraus geschieden zu haben.

Mit Sicherheit ist der wahre *Tantalit* nur noch in Frankreich gefunden worden, und zwar zu Chanteloube bei Limoges. Damour, der denselben mit Genanigkeit untersucht

hat¹⁾), hat zugleich noch den Verdienst, ihn genau vom Columbit unterschieden zu haben, der in der Nähe, und zwar auch bei Chanteloube vorkommt. Bis jetzt ist der Tantalit mit Gewissheit sonst noch nicht in der Nähe niobhaltiger Mineralien gefunden worden; jedoch hat auch Nordenskiöld der jüngere in Finnland im Kirchspiel Pojo Columbit entdeckt.

Das zweite Mineral, welches Tantalsäure enthält, ist das *Yttrotantalit*. Aber nur in dem Yttrotantalit von Ytterby in Schweden ist mit Sicherheit die Tantalsäure nachgewiesen worden.

Die verschiedenen Verbindungen des Tantals und das Metall selbst sind theils unmittelbar theils mittelbar aus Tantalsäure dargestellt worden, welche aus Tantaliten aus Finnland bereitet worden war. Ich verdanke die ganzen Mengen dieses seltenen Minerals der Güte des Hrn. Nordenskiöld und v. Meyendorf. Auch theilte mir Berzelius die Tantalsäure, und die tantalhaltigen Mineralien mit, welche er von seinen Untersuchungen noch übrig behalten hatte.

Die Bereitung der Tantalsäure geschah auf die Weise, dass der sehr fein gepulverte und geschlemnte Tantalit im Platintiegel mit zweifach-schwefelsaurem Kali geschmolzen wurde. Die geschmolzene Masse wurde mit kaltem Wasser behandelt, und die ungelöste ausgewaschene Tantalsäure mit dem dreifachen Gewichte eines Gemenges von kohlensaurem Natron und von Schwefel zusammengeschmolzen; worauf durch Wasser alles Zinn als Schwefelzinn von der Tantalsäure ausgezogen werden konnte, was nicht mit Sicherheit durch bloße Digestion der Tantalsäure mit Schwefelammonium geschieht. Die ungelöste, durch Schwefeleisen schwarz gefärbte Tantalsäure wurde nach dem Auswaschen mit Schwefelammonium haltigen Wasser, mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure digerirt und gekocht, und dann vollkommen ausgewaschen.

Sehr häufig indessen wurde zu den Versuchen eine Tan-

1) *Annales des Mines*, 4. Reihe, Bd. 13, S. 337.

talsäure angewendet, welche durch Zersetzung des Tantalechlorids vermittelst Wassers erhalten worden war, welche aber in mancher Hinsicht verschieden sich verhält von der auf die beschriebene Weise dargestellten.

Von der Tantalsäure standen mir lange nicht so grosse Mengen zu Gebote wie von den Säuren des Niobs, weshalb die Untersuchungen über die Verbindungen des Tantals nicht die gewünschte Ausdehnung erhalten konnten. Ich war gezwungen, die Verbindungen nicht in grossen Quantitäten darzustellen, und nach der Darstellung die Säure aus ihnen wieder auszuscheiden, um sie zur Bereitung anderer Verbindungen zu benutzen.

Metallisches Tantal.

Zu der Bereitung des metallischen Tantals wurde die Verbindung des Fluortantals mit Fluornatrium angewandt, deren später Erwähnung gethan werden soll. Drei Theile des Salzes wurden mit einem Theile Natrium in einem gusseisernen Tiegel geschichtet, derselbe gut bedeckt und erhitzt. Als es bis zur dunklen Rothgluth gekommen war, wurde er, als die Einwirkung des Natriums auf das Salz erfolgte, plötzlich stark glühend. Es wurde dann nur noch kurze Zeit mit der äufseren Erhitzung fortgefahren, und der Tiegel schnell erkaltet. Der Inhalt desselben war nun eine schwarze Masse, die mit einem Platinspatel herausgenommen, von den Wänden behutsam abgekratzt und nach und nach in kaltes Wasser gebracht wurde. Wegen des überflüssigen Natriums fand hierbei eine starke Wasserstoffgas-Entwickelung statt. Man muß deshalb auch vorsichtig mit dem Eintragen der Masse ins Wasser seyn. Bringt man zu viel von derselben mit einem Male mit Wasser in Berührung, oder legt sogar den erkalteten Tiegel ins Wasser, so findet eine heftige Explosion statt.

Das Metall, das auf diese Weise dargestellt worden, ist indessen nicht rein. Erst weit später bei den letzten Darstellungen des metallischen Niobs aus den Fluorverbindungen desselben vermittelst Natriums wandte ich eine

dicke Decke von Chlorkalium an, wodurch ich das erzeugte Metall vor der Oxydation schützen konnte. Diese Vorsicht ist leider bei der Bereitung des Tantals nicht angewandt worden, und es enthielt daher nicht unbedeutende Mengen von saurem tantalsauren Alkali.

Das Tantal sondert sich als schwarzes Pulver in dem Wasser ab. Wäscht man es mit Wasser aus, so läuft dasselbe klar durchs Filtrum, so lange dasselbe noch Salz aufgelöst enthält. Später wird das Waschwasser trübe, und man muss alsdann das Tantal mit Wasser auswaschen, zu welchem man etwas Alkohol hinzugefügt hat, und zwar so lange bis das Waschwasser beim Verdampfen keinen Rückstand zeigt.

Aufser dieser Methode, welche im Wesentlichen mit der von Berzelius übereinkommt¹⁾), wurde das Tantal vermittelst Natriums auch aus dem Tantalchlorid dargestellt. Beide wurden in einem eisernen Tiegel mit einander geschichtet und erhitzt. Da indessen bei der Erhitzung sich sehr viel Tantalchlorid verflüchtigt, so ist die Darstellung des metallischen Tantals auf diese Weise mit vielem Verluste verknüpft.

Das so dargestellte Tantal ist ein schwarzes Pulver. Es leitet die Elektricität sehr gut, obgleich es mit vielem saurem tantalsauren Natron verunreinigt war. Ich mache hierauf insofern besonders aufmerksam, weil Berzelius angiebt, dass das von ihm dargestellte Tantal die Elektricität so schwach leite, dass es ungewiss blieb, ob es sie überhaupt im Mindesten leite. An der Luft geglättet oxydirt es sich unter Feuererscheinung zu Tantalsäure aber schwerer als Niob. Von Chlorwasserstoffssäure, von Salpetersäure und selbst von Königswasser wird es nicht angegriffen, selbst nicht durch längere Berührung und durch längeres Kochen, wie dies auch schon Berzelius bemerkt hat. Mit Fluorwasserstoffssäure in einer Platinschale erhitzt, wird es langsam und zum Theil unter Gasentwicklung gelöst; es bleibt aber auch nach längerem Erhitzen ein gräulicher

1) Pogg. Ann. Bd. 4, S. 10.

Rückstand hartnäckig ungelöst. Dampft man das Ganze ab und glüht den Rückstand, so entweicht viel Tantal als Fluorid; und es bleibt ein weisser Rückstand von Tantalsäure.

Hat man Tantal mit Fluorwasserstoffsaure übergossen und fügt dann Salpetersäure hinzu, so erfolgt bei Erhitzung eine schuelle Lösung unter Entwicklung von rothen Dämpfen. Dampft man die Lösung bis zur Trockniß ab, und glüht den trocknen Rückstand, so verflüchtigt sich ein grosser Theil des Tantals als Tantalfluorid; es bleibt aber ein Rückstand von Tantalsäure.

Von verdünnter Schwefelsäure wird das metallische Tantal nicht angegriffen; auch nicht von concentrirter Säure, wenn man sie damit so lange erhitzt, daß ein Theil der Schwefelsäure sich verflüchtigt. Durch längeres Schmelzen indessen mit zweifach-schwefelsaurem Kali wird das Tantal zu Tantalsäure oxydirt.

Das specifische Gewicht des metallischen Tantals wurde zu 10,078 gefunden. Als nach der Wägung unter Wasser und nach dem Trocknen dasselbe in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas geeglüht worden war, hatte das Metall eine grössere Dichtigkeit erhalten; sein specifisches Gewicht war nun 10,776. Wir werden indessen sehen, daß diese Zahl nicht die ganz richtige seyn kann, da das dargestellte Metall nicht ganz rein war.

Berzelius fand, daß als er das von ihm dargestellte metallische Tantal, welches in Wasserstoffgas geeglüht worden war, durchs Erhitzen beim Zutritt der Luft in Tantalsäure verwandelte, es eine Gewichtszunahme von 17,0, von 15,24 und von 15,33 Proc. erhielt. Wenn man bedenkt, daß das Metall, welches Berzelius aus dem Kaliumtantalfluorid vermittelst Kaliums bereitet hatte, wahrscheinlich wohl noch saures tantalsaures Kali enthalten konnte, das sich beim Glühen nicht verändert, und daß daher die Zunahme an Gewicht kleiner, aber gewifs nicht grösser ausfallen mußte, als bei einem vollkommen reinem Metall, so muß es auffallend seyn, daß er dessen ungeachtet in

der Tantalsäure einen kleineren Sauerstoffgehalt annimmt, als er aus jenen Versuchen sich ergiebt. Während nach ihm nur 11,55 Proc. Sauerstoff in der Tantalsäure enthalten sind, ergeben sich aus seinen eignen so eben angeführten Versuchen 14,53; 13,69 und 13,29 Proc. Er schreibt dies der Gegenwart von Kiesel in seinem Tantal zu und ist der Meinung, dass je geringer die Gewichtszunahme des Tantals beim Glühen an der Luft gewesen sey, es desto reiner von Kiesel gewesen seyn müfste. Er sagt: »Ich konnte nicht hoffen, durch Verbrennen des auf die beschriebene Weise erhaltenen Tantals ein scharfes Resultat zu erhalten, da wegen Anwendung der Fluorwasserstoffsäure immer die Gegenwart des Kiesels zu vermuten war, von dem schon einige Procente das Resultat bedeutend verändern«¹⁾). — Berzelius hat indessen die aus dem metallischen Tantal erhaltene Tantalsäure nicht auf Kieselsäure untersucht; wir werden aber weiter unten sehen, dass das von ihm angenommene Atomgewicht des Tantals nicht das richtige seyn kann, und dass die angewandte Fluorwasserstoffsäure und die Fluorverbindung reiner waren, als es Berzelius vermutete.

Als 0,562 Grm. des metallischen Tantals beim Zutritt der Luft oxydiert wurden, nahmen dieselben nur um 0,072 Grm. an Gewicht zu. Obgleich das Metall mit lebhaftem Glanze verbrennt, so oxydiert es sich doch, wie schon oben bemerkte wurde, schwer und nur durch öfteres Umrüben mit einem Platindraht konnte eine ganz weisse Säure erhalten werden. Da 100 Th. des Metalls nur um 12,81 Th. zugenommen hatten, so war die Gewichtszunahme eine noch geringere, als die, welche von Berzelius angeführt ward. Das angewandte Tantal war daher noch unreiner, als das, welches derselbe dargestellt hat. Zufällig indessen scheint das Resultat des Versuches das von Berzelius angenommene Atomgewicht des Tantals zu bestätigen, denn der Sauerstoff in der Tantalsäure würde demnach 11,36 Proc. betragen, während er nach Berzelius 11,55 Proc. aus-

1) Pogg. Ann. Bd. 4, S. 11.

macht. Nach dem von mir aufgestellten Atomgewichte aber enthält die Tantalsäure 18,86 Proc. Sauerstoff und die Zunahme, die das Metall durch Oxydation erlitten, entspricht 0,310 Grm. oder 55,16 Proc. wirklichem Metall, so dass das aus der Fluorverbindung durch Natrium reducire Tantal noch 44,84 Proc. fremde Bestandtheile, saures tantalsaures Natron, enthielt, durch Oxydation aus der Fluorverbindung während des Glühens und während des Erkaltens entstanden.

Dieses wird durch das Verhalten des Metalls gegen Chlor-gas bestätigt. Ein anderer Theil desselben, 0,295 Grm., wurde in einer Kugelröhre der Einwirkung desselben unterworfen. Bei der gewöhnlichen Temperatur fand keine Einwirkung und nicht die geringste Erwärmung statt; beim gelinden Erwärmen aber erglühte das Metall und die Absorption des Chlorgases war eine plötzliche. Mit dem Darüberleiten des Chlorgases wurde so lange fortgefahren, bis noch Tantalchlorid abdestillirte. Es blieb eine beträchtliche Menge von tantalsaurem Natron zurück, 0,132 Grm., aus welcher Wasser Chlornatrium auflöste, und 0,114 Grm. saures tantalsaures Natron ungelöst zurückliess. Es hatten sich also 0,018 Grm. Chlornatrium gebildet, die 0,009 Grm. Natron entsprechen; die Menge des tantalsauren Natrons im angewandten Tantalmetall betrug daher 0,123 Grm. und es war daher nur 0,172 Grm. wirkliches metallisches Tantal in 0,295 Grm. des unreinen Tantals enthalten, oder 58,34 Proc. — Berzelius hat das von ihm dargestellte metallische Tantal vermittelst Chlorgas nicht auf seine Reinheit geprüft; er würde aber auch einen bedeutenden Rückstand von saurem tantalsaurem Alkali erhalten haben. So unvollkommen wegen der geringen Mengen des angewandten Metalls und wegen der Verunreinigung desselben mit tantalsaurem Natron diese Versuche auch sind, so zeigen sie doch, dass bei der Oxydation des Tantalmetalls durchs Glühen beim Zutritt der Luft, sich nur Tantalsäure und keine niedrigere Oxydationsstufe des Tantals bildet. Es ist diese Thatsache, wie wir später beim Niob sehen

werden, von einiger Wichtigkeit, und ich werde auf dieselbe wieder zurückkommen.

Man kann das Tantal auch aus der Tantalsäure reduciren, wenn man über bis zur Rothgluth erhitztes tantal-saures Natron Phosphordämpfe leitet. Das Salz wird dadurch ganz schwarz, und wenn man nach dem vollständigen Erkalten die schwarze Masse mit Wasser behandelt, so wird durch dasselbe phosphorsaures Natron aufgelöst. Aber die Menge desselben ist nicht sehr bedeutend, und der Sauerstoff in der erhaltenen Phosphorsäure entspricht lange nicht der Menge des erhaltenen schwarzen Pulvers, wenn man dasselbe für metallisches Tantal annimmt. Aber obgleich dasselbe viele Eigenschaften des metallischen Tantals hat, namentlich auch dunkelschwarz, doch nicht so tief schwarz wie das aus den Fluorverbindungen durch Sodium reducire Metall aussieht, so ist es doch ein Nichtleiter der Elektricität, und enthält bei genauer Untersuchung, ungeachtet seiner dunkelschwarzen Farbe nur wenig Tantalmetall. Als 0,924 Grm. mit Chlorgas behandelt wurden, welches nicht bei gewöhnlicher Temperatur, sondern erst bei Erwärmung darauf einwirkte, verflüchtigte sich nur wenig Tantalchlorid, und die Masse wurde weiss. Aus dem Rückstand löste Wasser 0,062 Grm. Chlornatrium auf, die sich auf Kosten von tantalsaurem Natron gebildet hatten, das dadurch in ein mehr saures Salz übergegangen war. Der ausgewaschene Rückstand, der aus diesem sauren Salze bestand, wog 0,830 Grm. Das Chlornatrium entspricht 0,033 Grm. Natron, so dass in der angewandten Menge der Substanz nur höchstens 0,061 Grm. oder 6,6 Proc. metallisches Tantal enthalten seyn konnte. Uebrigens zeigte der ausgewaschene Rückstand mit Salpetersäure gekocht und die Lösung mit molybdänsaurem Ammoniak geprüft, nur sehr geringe Spuren von Phosphorsäure.

Wenn man Tantalsäure oder Tantalchlorid bei erhöhter Temperatur mit Ammoniakgas behandelt, so erhält man nicht metallisches Tantal, sondern, wie ich später ausführlich erörtern werde, Stickstoffverbindungen.

Tantalchlorid.

Dass Tantalchlorid durch Einwirkung von Chlorgas auf metallisches Tantal entsteht, ist so eben erwähnt worden. Ueber die Darstellung des Tantalchlorids durch Behandlung eines Gemenges von Tantalsäure und Kohle vermittelst Chlorgases bei erhöhter Temperatur habe ich früher umständlich berichtet und auch das Product ausführlich beschrieben¹⁾.

Um das Tantalchlorid im Zustand der größten Reinheit zu erhalten, damit seine Zusammensetzung bestimmt werden konnte, wurde dasselbe in Glasröhren gesammelt, die an beiden Enden zugeschmolzen worden waren. Das Gemenge von Tantalsäure und Kohle wurde zu dem Ende in eine Glasröhre von schwer schmelzbarem Glase gebracht, welche gegen das eine Ende an zwei Stellen so ausgezogen worden war, daß an diesen vermittelst einer starken Lampenflamme das Glas zugeschmolzen werden konnte. Der Zwischenraum zwischen diesen beiden Stellen war dazu bestimmt, um das zur Untersuchung bestimmte Chlorid aufzunehmen. Nachdem mit der größten Sorgfalt durch Glühen in einem Strom von trocknem Kohlensäuregas das Wasser, welches immer noch in dem Gemenge sich findet, ausgetrieben worden, ließ man das Ganze in dem Strom von Kohlensäuregas erkalten, darauf lange und aushaltend einen Strom von Chlorgas, der durch concentrirte Schwefelsäure und durch Chlorcalcium getrocknet wurde, bei gewöhnlicher Temperatur darüberleiten, und erst, wenn der ganze Apparat sich vollkommen mit Chlorgas angefüllt und alles Kohlensäuregas vollständig ausgetrieben worden war, wurde das Gemenge durch ein Kohlenfeuer zum Glühen gebracht, und durch Erhitzen das erzeugte Tantalchlorid an die Stelle getrieben, wo man es haben wollte. Das Ganze erkaltete in einem Strom von Chlorgas, und nach längerer Zeit wurde trockene atmosphärische Luft so lange durch den Apparat geleitet, bis jede Spur von Chlorgas durch dieselbe verdrängt worden war. Es

1) Pogg. Ann. Bd. 90, S. 458.

wurde darauf an den beiden Stellen, wo die Glasmöhre ausgezogen worden war, dieselbe zugeschmolzen, um das Tantalchlorid zu den verschiedenen Versuchen gut aufbewahren zu können.

Das Chlorid, besonders das, welches zu quantitativen Untersuchungen benutzt werden sollte, war aus einer Tantalsäure bereitet worden, welche zuvor so gut wie möglich von jeglicher Spur von Zinnoxyd und Wolframsäure befreit worden war, die sich immer in der Tantalsäure finden, wenn man dieselbe nur einer Digestion mit Schwefelammonium, nicht einer Schmelzung mit einem Gemenge von kohlensaurem Natron und von Schwefel, unterworfen hat. Enthielt die angewandte Säure auch nur die geringste Spur von Wolframsäure, so zeigt sich bei der Darstellung des Chlorids eine sehr kleine Menge von einem rothen Chlorid, das etwas flüchtiger als das Tantalchlorid ist, und durch gelindes Erhitzen annähernd davon getrennt werden kann. Das Zinnchlorid bildet sich früher, und erscheint, wenn es in größerer Menge sich erzeugt, als Tropfen.

Das erhaltene Tantalchlorid ist von rein gelber Farbe, und sieht nur bisweilen weifslich aus, wenn es etwas Acichlorid enthält, und man bei seiner Erzeugung nicht jede Spur von atmosphärischer Luft entfernt hat. Die Gegenwart von diesem, und die vollständige Reinheit des Chlorids zeigt sich aber nur dann, wenn man letzteres in der Atmosphäre von Chlorgas von einer Stelle zur andern treibt. Es muß sich dann vollständig verflüchtigen, ohne einen kleinen Rückstand von nicht flüchtiger Säure in einem blässigen Zustande zu hinterlassen.

Die Farbe des reinen Tantalchlorids, das mit aller Sorgfalt bereitet worden, ist etwas lichter, als die des Chlorids vom Niob. Es ist leicht schmelzbar, und schmilzt ungefähr bei einer Temperatur von 221° C. zu einer gelben Flüssigkeit, und sublimirt vollständig zu einem krystallinischen Sublimate. Es fängt übrigens schon vor dem Schmelzen an sich zu verflüchtigen, und zwar schon bei 144° .

Wird das Tantalchlorid mit concentrirter Schwefelsäure

übergossen, so entwickelt es ohne Wärmeentwickelung Chlorwasserstoffgas und es löst sich bei gewöhnlicher Temperatur oder durch Unterstützung einer sehr geringen Wärme zu einer nicht völlig klaren Flüssigkeit auf. Wird dieselbe gekocht, so trübt sie sich stark und gerinnt beim Erkalten zu einer weissen opalisirenden Gallerte. Verdünnt man dieselbe mit Wasser, so löst das saure Wasser nur Spuren von Tantalsäure, und wird das Ganze gekocht, fast nichts von derselben auf.

Mit Chlorwasserstoffsaure übergossen, löst sich das Tantalchlorid bei gewöhnlicher Temperatur zu einer trüben Flüssigkeit auf. Nach längerer Zeit gerinnt dieselbe zu einer opalisirenden ziemlich steifen Gallerte. Kaltes Wasser löst aus derselben nur Spuren von Tantalsäure auf, die auch nach dem Kochen aufgelöst bleiben. Tantalchlorid, kochend mit Chlorwasserstoffsaure behandelt, löst sich nicht vollständig darin auf; es wird nach dem Erkalten keine Gallerte gebildet. Setzt man aber Wasser hinzu, so löst sich alles zu einer opalisirenden Flüssigkeit auf, die durchs Kochen nicht stärker getrübt wird. Schwefelsäure bringt in derselben schon in gewöhnlicher Temperatur nach einiger Zeit einen voluminösen Niederschlag hervor.

Erhitzt man Tantalchlorid mit einer Auflösung von Kalihydrat, so wird es zum Theil aufgelöst; aber eine Lösung von kohlensaurem Kali ist nicht im Stande, wenn sie mit Tantalchlorid behandelt wird, Tantalsäure aufzulösen, auch wenn sie damit gekocht wird.

Das Tantalchlorid giebt mit Chlorkalium und Chlor-natrium keine Doppelverbindungen wie das Tantalfluorid mit den alkalischen Fluormetallen.

Das Tantalchlorid löst sich im wasserfreien Alkohol auf. In der alkoholischen Lösung wird die Tantalsäure durch Schwefelsäure nicht gefällt, auch nicht wenn sie aufgekocht wird. Die Fällung geschieht erst dann, wenn nach einem Zusatz von Wasser durchs Erhitzen der größte Theil des Alkohols verflüchtigt worden ist.

Wird die alkoholische Lösung des Tantalchlorids der

Destillation unterworfen, so verflüchtigt sich bei 83° bis 85° der Alkohol, der viel Chlorwasserstoffsäure, die durch salpetersaures Silberoxyd als Chlorsilber zu fällen ist, aber keine Tantalsäure enthält. Es bleibt dann eine syrupsartige Flüssigkeit zurück, die wohl größtentheils aus tantalsaurem Aethyloxyd besteht.

Löst man Tantalchlorid in concentrirter Schwefelsäure, setzt zur Lösung Wasser, aber in nicht zu großer Menge hinzu, und bringt eine Stange von metallischem Zink hinein, so wird die Tantalsäure blau. Die blaue Farbe geht nie ins Braune über, aber die blaue Säure wird bald wieder weiß, wenn man auch das metallische Zink nicht entfernt. Auch wenn das Tantalchlorid in Chlorwasserstoffsäure gelöst ist, und man darauf etwas Wasser und dann metallisches Zink hinzufügt, so erhält man eine blaue Farbe, aber nicht beim Zusatz von vielem Wasser, und dann kann selbst hinzugefügte Schwefelsäure sie nicht, wenigstens nicht deutlich, hervorbringen.

Ich habe viele Versuche angestellt, die Zusammensetzung des Tantalchlorids so genau wie möglich zu bestimmen, um diese der Berechnung des Atomgewichts des Tantals zum Grunde zu legen. Von allen Verbindungen des Tantals habe ich das Chlorid für die passendste zu diesem Zwecke gehalten, weil die Bestimmung des Chlors mit Genauigkeit geschehen kann; obgleich, wie ich unten bemerken werde, die Analyse des Tantalchlorids nicht so scharfe Resultate giebt, wie die anderer flüchtiger Chloride.

Behufs der analytischen Untersuchung wurde zuerst die an beiden Seiten zugeschmolzene Glasmöhre, welche das Tantalchlorid enthielt, gewogen, mit einer scharfen Feile darauf die eine der Spitzen abgeschnitten, und sie mit dem geöffneten Theile nach unten in ein passendes Gefäß mit Wasser gebracht und in dieser Lage lange Zeit, mehrere Tage hindurch, erhalten. Auf diese Weise wurde das Chlorid höchst langsam durch Wasser zersetzt, indem zuerst die Dämpfe desselben sich in demselben lösten, wodurch es sehr allmählig in der Glasmöhre in die Höhe stieg. Durchs

Neigen des Ganzen ließ man nach längerer Zeit Wasser mit dem Chloride in Berührung kommen. Wenn die Zersetzung vollständig geschehen war, wurde die Glasröhre von anhängender Tantalsäure gereinigt, und die trockne Glasröhre mit der abgebrochenen Spitze gewogen, wodurch sich das Gewicht des zersetzen Tantalchlorids ergab.

Das Tantalchlorid wird durch das Wasser vollständig in Chlorwasserstoffsäure und in Tantalsäure zersetzt, welche letztere in der zugleich erzeugten Chlorwasserstoffsäure sich nicht löst. Die abgeschiedene Säure indessen lässt sich nicht vollkommen durchs Filtrum von der verdünnten Chlorwasserstoffsäure trennen; sie geht gewöhnlich etwas opalisirend durchs Filtrum und ist durch Aussüßen etwas schwer von aller Chlorwasserstoffsäure zu befreien. Fügt man indessen, wenn das Chlorid vermittelst vielen Wassers zersetzt worden ist, eine nur geringe Menge von Ammoniak hinzu, so scheidet sich die Tantalsäure vortrefflich schon in der Kälte in geronnenen Flocken aus, kann rein durchs Auswaschen erhalten werden, während der ganze Chlorgehalt des Chlorids in der filtrirten Flüssigkeit enthalten ist, in welcher er, nachdem sie durch Salpetersäure etwas angesäuert worden, durch salpetersaure Silberoxydösung als Chlorsilber bestimmt werden kann.

Auf diese Weise wurden viele quantitative Analysen des Tantalchlorids angestellt, deren Resultate indessen nicht so genau übereinstimmen, wie dies wohl nothwendig wäre, um aus ihnen das Atomgewicht des Metalls mit aller Schärfe zu berechnen. Mehrere Ursachen sind es, welche einer sehr grofsen Genauigkeit im Wege stehen. Flüchtige Chloride vom festen Aggregatzustande, besonders wenn sie von einer voluminösen Beschaffenheit sind und nicht leicht zu Krystallen anschließen, geben bei der Untersuchung ihrer Zusammensetzung nie so genaue Resultate wie flüchtige flüssige Chloride oder feste Chloride von einer deutlich krystallinischen Beschaffenheit. Sie enthalten, auch wenn bei ihrer Bereitung die größte Sorgfalt beobachtet worden ist, gewöhnlich eine sehr kleine Menge überschüssiges Chlor,

das von dem voluminösen Chloride absorbirt worden ist, und schwer durch langes Darüberleiten von trockner atmosphärischer Luft bei der gewöhnlichen Temperatur fortgenommen wird. Dadurch kann aber leicht, wenn das Chlorid nicht vollständig erkaltet war, das Tantal durch die Luft etwas oxydiert werden, wodurch Chlor verloren gehen kann. Deshalb haben mehrere Analysen einen zu geringen Chlorgehalt gegeben. Es ist ferner die Beschaffenheit der Tantalsäure überhaupt von der Art, dass sie nach dem Glühen nicht mit der vollkommenen Genauigkeit ihrem Gewicht nach bestimmt werden kann. Der Tantalsäure ähnliche Oxyde verhalten sich eben so; und bei der Analyse des Titanchlorids und bei der Bestimmung des Atomgewichts des Titans durch dieselbe habe ich namentlich bei der Wägung der Titansäure etwas Aehnliches bemerkt, während bei den verschiedenen Versuchen, wie bei flüssigen Chloriden überhaupt, der Chlorgehalt übereinstimmend gefunden wurde¹⁾.

Die Resultate der verschiedenen Analysen des Tantachlorids, welche zu sehr verschiedenen Zeiten ausgeführt worden sind, sind folgende:

Zahl der Versuche.	Gewicht des ange- wendeten Tantal- chlorids in Grammen	Gewicht des erhal- tenen Chlorsil- bers in Grammen	Mengen des berechne- ten Chlors und der erhaltenen Tantalsäure aus 100 Theilen des Chlorids.	Ueber- schufs bei der Ana- lyse von 100 Th. des Chlo- rids	Die dem erhaltenen Chlor ae- quivalente Menge von Sauer- stoff	
			Chlor	Tantal- säure		
I	1,909	3,915	50,71	60,50	11,21	11,44
II	1,456	2,834	48,14	61,35	9,49	10,86
III	0,681	1,335	48,46	61,52	9,98	10,93
IV	1,936	3,922	50,10	60,43	10,53	11,32
V	1,700	3,420	49,41	60,88	10,29	11,16
VI	1,114	2,208	49,01	60,77	9,78	11,06
VII	4,679	9,747	51,51	59,93	11,44	11,62
VIII	1,625	3,331	50,65	59,69	10,34	11,43
IX	2,911	5,932	50,39	60,01	10,40	11,37
X	1,421	2,969	51,65	60,31	11,96	11,65
XI	1,022	2,100	50,78	60,66	11,44	11,45
XII	2,253	4,501	49,36	61,38	10,74	11,12

1) Pogg. Ann. Bd. 15, S. 148.

Bei der Untersuchung von Verbindungen des Chlors mit solchen Metallen, deren Oxyde hinsichtlich ihrer Zusammensetzung noch nicht genau bekannt sind, kann man die Richtigkeit des gefundenen Resultats mit großer Sicherheit beurtheilen. Hat man die Chlorverbindung vermittelst Wassers zersetzt, die erzeugte Chlorwasserstoffsaure in Chlorsilber verwandelt, und aus demselben die Menge des Chlors im angewandten Chlorid berechnet; hat man ferner das gebildete Oxyd des Metalls oder die metallische Säure ihrer Menge nach bestimmt, so giebt der Ueberschuss, den man erhält, die Menge des Sauerstoffs an, welche zur Oxydation des Metalls nothwendig war. Diese Sauerstoffmenge muss genau ein Aequivalent von der gefundenen Chlormenge seyn.

Es wird hierbei nothwendig vorausgesetzt, dass das durch Zersetzung des Wassers erzeugte Oxyd oder die metallische Säure dem angewandten Chlorid analog zusammengesetzt ist. Dies ist wohl meistentheils der Fall; im entgegengesetzten Falle müfste sich entweder Wasserstoffgas entwickeln, wie dies wirklich bei einigen wenigen Chloriden der Fall zu seyn scheint, oder Chlor, was bisher noch nicht bemerkt worden ist.

Nur wenn das durch Wasser zersetzte Chlorid etwas Oxyd desselben Metalls enthielt, oder auch statt eines reinen Chlorids ein Aci-Chlorid ist, so kann dieses nicht durch die erörterte Untersuchung gefunden werden. Ist dies aber nicht der Fall, und jene Uebereinstimmung zwischen dem gefundenen Sauerstoffgehalte und dem aus dem Chlor berechneten findet nicht statt, so ist entweder ein Fehler bei der Analyse begangen worden, oder das angewandte Chlorid war von nicht reiner Beschaffenheit.

Betrachten wir von diesem Standpunkte aus die oben angeführten Resultate der Analysen des Tantalchlorids, so finden wir, außer dass sie mehr von einander abweichen, als es eigentlich bei Untersuchungen der Fall seyn darf, aus denen man das Atomgewicht eines einfachen Körpers ableiten will, dass die Uebereinstimmung des Sauerstoff-

gehalts, der durch den Ueberschuss bei der Analyse gefunden, und der aus dem Chlorgehalt berechnet worden ist, nur bei wenigen stattfindet. Sehr vollkommen ist dieselbe bei dem elften und auch bei dem ersten Versuche, ziemlich bei dem siebenten und zehnten Versuch. Bei fast allen übrigen sehen wir, dass der durch den Ueberschuss gefundene Sauerstoff kleiner ist, als der aus dem Chlorgehalt berechnete; nur beim zehnten Versuch ist jener um etwas grösser als dieser. Es röhrt dies wohl davon her, dass die Tantalsäure nicht mit eben so grosser Genauigkeit ihrem Gewichte nach bestimmt werden kann, als das Chlor.

Ich halte es daher nicht für zweckmässig, wenn aus den Resultaten sämmtlicher Analysen das Mittel gezogen würde, um aus ihm die Zusammensetzung des Tantalchlorids und der Tantalsäure zu bestimmen. Es scheint mir sicherer zu seyn, nur die Resultate der ersten und der elften Analyse, welche eine gute Uebereinstimmung zwischen der gefundenen und der aus dem Chlorgehalte berechneten Sauerstoffmenge zeigen, dieser Bestimmung zum Grunde zu legen.

Nach dem Mittel aus diesen beiden Analysen ist die Zusammensetzung des Tantalchlorids im Hundert:

Tantal	49,25
Chlor	50,75
	100,00

und die der Tantalsäure daher:

Tantal	81,14
Sauerstoff	18,86
	100,00

Diese Bestimmung weicht sehr von der von Berzelius ab, nach welcher die Zusammensetzung der Tantalsäure im Hundert ist

Tantal	88,49
Sauerstoff	11,51
	100,00

Berzelius hat die Zusammensetzung der Tantalsäure auf die Weise gefunden, daß er Schwefeltantal durch Rösten in Tantalsäure verwandelte. Ich werde später bei der Zusammensetzung des Schwefeltantals umständlich die Gründe angeben, weshalb ich diese Bestimmung nicht für eine richtige halten kann. Während ich indessen nur hinsichtlich der Schlüsse, die Berzelius aus seinen Versuchen gezogen hat, von ihm abweiche, werde ich zeigen, daß diese seine Versuche vollkommen mit den meinigen übereinstimmen.

Es fragt sich nun, welche atomistische Zusammensetzung man dem Tantalchlorid und der Tantalsäure geben muß. Ich habe in der langen Zeit, daß ich mich mit der Untersuchung der Verbindungen des Tantals und des Niobs beschäftigt habe, oft in dieser Hinsicht meine Ansichten gewechselt. Berzelius nimmt in der Tantalsäure drei Atome Sauerstoff an; er gründet diese Ansicht darauf, daß in der tantalauren Baryerde der Sauerstoff der Säure, wie er ihn in derselben annimmt, ungefähr dreimal so groß ist, wie in der Baryerde, und daß in einer niedrigeren Oxydationsstufe des Tantals, der tantalichen Säure, der Sauerstoffgehalt zu dem der Tantalsäure sich verhält wie 2 : 3. — Da indessen bei einer Annahme, daß die Tantalsäure aus einem Atom Metall und drei Atomen Sauerstoff bestehe, das Atomgewicht des Tantals sehr hoch ausfallen würde, nämlich zu 2296,73, das sehr viel größer ist, als das anderer Metalle von hohem specifischen Gewicht, wie Gold und Platin, so nimmt er in der Tantalsäure ein Doppelatom des Metalls mit drei Atomen Sauerstoff verbunden an.

Nach der Ansicht von Berzelius würde die Tantalsäure hinsichtlich ihrer atomistischen Zusammensetzung in die Gruppe gebracht werden, zu welcher Thonerde, Berryerde und Eisenoxyd, so wie auch Antimonoxyd und Wismuthoxyd gehören. Es ist nicht zu läugnen, daß das Tantal einige Ähnlichkeit mit dem Aluminium zeigt; doch nicht in den Oxyden, da die Thonerde die Eigenschaften einer Base besitzt, die wir bei der Tantalsäure nicht

antreffen —, wohl aber mehr in den Chloriden. Auch das Wismutboxyd, und selbst das Antimonoxyd, freilich weniger die arsenichte Säure, zeigen weit mehr die Eigenschaften einer Base als die Tantalsäure, die mehr in ihrem Verhalten der Kieselsäure und der Borsäure, gewissermaßen auch der Wolframsäure ähnlich ist, in welchen wir drei Atome Sauerstoff mit einem einfachen, und nicht mit einem Doppelatom des Radicals verbunden annehmen.

Ich habe aus diesen Gründen, und auch noch aus mehreren, die ich im Laufe dieser Abhandlungen angeben werde, lange der Tantalsäure die atomistische Zusammensetzung $Ta + 3 O$ gegeben. Je mehr ich mich aber mit den Verbindungen derselben und mit denen des Tantals überhaupt beschäftigte, desto mehr neigte ich mich zu der Ansicht, dass es zweckmässiger sey in ihr wie im Zinnoxyd und in der Titansäure zwei Atome Sauerstoff mit einem Atom des Metalls verbunden anzunehmen. Die Zusammensetzung der meisten Verbindungen erhält dadurch eine einfachere Erklärung. Ich bin mir wohl bewusst, dass auch gegen diese Annahme Einwendungen gemacht werden können, und ich gebe daher dieselbe nur mit dem Vorbehalte, sie zu ändern, wenn die Zahl der Thatsachen sich vermehren würde, welche eine andere atomistische Zusammensetzung wahrscheinlicher machen würden.

Aufser durch die Zusammensetzung vieler Verbindungen wird diese Ansicht besonders durch die Thatsache wahrscheinlich gemacht, dass die Tantalsäure in den Tantaliten gemeinschaftlich mit bedeutenden Mengen von Zinnoxyd verbunden vorkommt, welches offenbar die Tantalsäure theilweise ersetzt. Mit keiner Säure auch hat die Tantalsäure in ihren Eigenschaften mehr Aehnlichkeit als mit der Titansäure, und diese Aehnlichkeit hat viel dazu beigetragen, mich für eine Zusammensetzung zu entscheiden, welche der der Titansäure analog ist.

Es finden indessen zwischen den Verbindungen des Tantals und des Titans Verschiedenheiten statt, die ich nicht verschweigen will. Sie betreffen vorzüglich die Be-

schaffenheit des Chlorids. Das Chlorid des Tantals ist vom festen Aggregatzustande; das Titanchlorid und das ihm entsprechende Chlorid des Zinns sind flüssig. Man muß diese Verschiedenheiten nicht zu gering anschlagen, aber ihre Bedeutung nicht überschätzen. Denn obwohl den meisten Oxyden, welche viele gemeinschaftliche Eigenschaften besitzen, Chloride entsprechen, welche sich ebenfalls ähnlich sind, und namentlich denselben Aggregatzustand haben, so finden doch in dieser Hinsicht auch Ausnahmen statt. So ist es bekannt, daß Antimon und Arsenik in ihren Oxyden sich ähnlich sind, aber durch letzteres gehört auch der Phosphor zu dieser Gruppe von einfachen Körpern, indem eine große Ähnlichkeit zwischen der Phosphor- und Arseniksäure stattfindet. Nun sind aber nur das Arsenik- und das Phosphorchlorid, As Cl_3 und P Cl_3 , von flüssigem Aggregatzustande, das Antimonchlorid Sb Cl_3 ist fest; während von den höchsten Chlorverbindungen die des Phosphors, P Cl_5 , fest und die des Antimons, Sb Cl_5 , flüssig ist, und die des Arseniks nicht zu existiren scheint.

Nehmen wir nun in der Tantalsäure zwei Atome Sauerstoff, und in dem der Tantalsäure entsprechend zusammengesetzten Chlorid zwei Doppelatome Chlor an, verbunden mit einem Atom Metall, so wird dadurch nach dem ersten Versuch das Atomgewicht des Tantals 861,957, nach dem elften 858,568; das Mittel von beiden ist 860,26. Das Atomgewicht des Chlorids ist nach einem Mittel beider Versuche 1746,82.

Diese Ansicht von der atomistischen Zusammensetzung der Tantalsäure muß indessen verändert werden, wenn eine Ansicht, welche Hofmann für die Zusammensetzung der Titansäure aufgestellt hat, sich bestätigen sollte¹⁾. Aus der Differenz der Siedepunkte des Titanchlorids und des Titanbromids schließt er, daß die Zusammensetzung der Titansäure nicht $\text{Ti} + 2\text{O}$, sondern $\text{Ti} + 3\text{O}$ sey, auf eine ähnliche Weise wie Kopp früher die Ansicht von der Zusammensetzung der Kieselsäure, wie sie Berzelius

1) Pogg. Ann. Bd. 97, S. 510.

angenommen hatte, durch die Differenz der Kochpunkte des Kieselchlorids und des Kieselbromids bestätigt hatte. Aber Kopp hat später darauf aufmerksam gemacht, daß nicht immer die Differenz der Siedepunkte der Chlor- und Bromverbindungen bei der Bestimmung der atomistischen Zusammensetzung maßgebend seyn kann. Sie ist nicht immer dieselbe bei analogen Verbindungen, ebenso wenig, wiewohl manchmal, aber auch nicht immer eine gleiche Kry stallform eine analoge chemische Zusammensetzung vorauszusetzen braucht. Nun ist aber gerade die Zusammensetzung $Ti + 3O$ für die Titansäure aus mehreren Gründen unwahrscheinlich. Es ist daher nicht eher nöthig, die Zusammensetzung der Tantalsäure, wie ich sie festgestellt habe, zu ändern, ehe nicht noch andere wichtige Gründe die Ansicht von Hofmann über die Zusammensetzung der Titansäure bestätigt haben.

Nimmt man aber in der Tantalsäure 3 Atome Sauerstoff gegen 1 Atom des Metalls an, so ist das Atomgewicht des Tantals 1290,394. Es nähert sich dann dem des Wolframs, das 1150,78 ist, während die Tantalsäure in diesem Falle auch mit der Wolframsäure eine gleiche atomistische Zusammensetzung theilen würde.

Während ich mich mit diesen Untersuchungen beschäftigte, habe ich bisweilen Gründe zu haben geglaubt bei der Tantalsäure die Zusammensetzung $2Ta + 5O$ anzunehmen, da sie in einiger Hinsicht Aehnlichkeit mit der Antimonsäure hat. Aber mit dieser Ansicht stimmt die Zusammensetzung der tantalsauren Salze nicht überein. Indessen man wird nur dann mit einiger Gewisheit über die Zusammensetzung der Tantalsäure urtheilen können, wenn man mit Sicherheit die richtige Zusammensetzung zweier Oxydationsstufen dieses Metalls kennt. Beim Tantal kennen wir das niedrigere Oxyd dieses Metalls nicht mit gleicher Sicherheit, wie bei dem ihm so ähnlichen Niob, aber bei diesem Metalle rechtfertigt die Zusammensetzung seiner beiden Oxydationsstufen die Zusammensetzung der Tantalsäure, wie sie von mir angenommen worden ist.

Tantalbromid.

Das Bromid des Tantals wird auf eine ähnliche Weise wie das Chlorid erhalten, indem nämlich Bromdampf über ein Gemenge von Tantalsäure und Kohle geleitet wird, das bis zur starken Rothgluth gebracht worden ist. Durch Kohlensäuregas war vorher erst die atmosphärische Luft entfernt worden. Das Bromid verflüchtigt sich auf ähnliche Weise wie das Chlorid, und ist demselben auch ähnlich. Es ist gelblich, doch nur wenn es vom überschüssigen Brom befreit worden, was schwieriger ist, als das Chlorid vom überschüssigen Chlor zu trennen. Durchs Darüberleiten von Kohlensäuregas bei gewöhnlicher Temperatur werden die braunen Stellen des Bromids nicht gelb, sondern nur erst dann, wenn es während dessen etwas erwärmt wird.

Das Bromid bildet bei der Zersetzung vermittelst Wassers eine Lösung von farbloser Bromwasserstoffsaure und ungelöste weisse Tantalsäure. Wenn es aber etwas freies Brom enthält, so ist die Flüssigkeit gelb, wird aber durchs Stehen an der Luft farblos.

Tantaljodid.

Auf ähnliche Weise, wie das Chlorid und Bromid des Tantals erzeugt wird, kann das Jodid nicht dargestellt werden. Der Joddampf streicht durch ein Gemenge von Tantalsäure und Kohle, ohne bei erhöhter Temperatur eine Zersetzung zu bewirken.

Auch durch Zusammenschmelzen von metallischem Tantal mit Jod gelang es mir nicht eine Verbindung zu erhalten. Das Jod sublimierte vom Metall, ohne sich mit demselben verbunden zu haben, und Alkohol konnte die letzten Spuren desselben vom unveränderten Metalle trennen.

V. Zur Ozonfrage; von M. Baumert.

Dafs das elektrolytische Ozon eine höhere Oxydationsstufe des Wasserstoffs ist, wurde bekanntlich experimental zuerst von Williamson nachgewiesen. Ich habe im LXXXIX. Bande dieser Annalen einige Versuche mittheilt, aus denen sich für diesen Körper die Formel HO_3 ableitet. Zur Feststellung dieser Formel diente einerseits die Eigenschaft des Ozons, Wasser beim Erwärmen auszuscheiden, andererseits das Verhalten desselben gegen eine Auflösung von Jodkalium. Aus Letzterer macht der im Ozon mit den Elementen des Wassers verbundene Sauerstoff in ähnlicher Weise ein Aequivalent Jod frei, wie diels vom Chlor oder Brom bekannt ist. Da nun die Menge dieses ausgeschiedenen Jods nach der von Bunsen angegebenen maafsanalytischen Methode mit grösster Schärfe sich ermitteln lässt, so bedurfte es nur noch einer Wägung des Ozons oder seiner Zersetzungspredkte, um dessen Zusammensetzung festzustellen.

Vor einigen Monaten hat Th. Andrews¹⁾ eine neue Untersuchung über diesen Gegenstand veröffentlicht. Er zieht aus derselben den Schluss, dass Ozon nichts anderes sey als allotropischer Sauerstoff. Damit würde nun auch die entgegenstehende Ansicht von der Natur dieses Körpers ihre experimentale Begründung gefunden haben und die Richtigkeit der von Williamson und mir erhaltenen Resultate wieder in Frage gestellt seyn. In wie weit Beides der Fall sey, dürfte sich am sichersten durch die nachstehende Beleuchtung der Methoden entscheiden, welche Andrews bei seinen Versuchen befolgt hat.

Wie Andrews mit einigen einleitenden Worten andeutet, ergaben seine früheren Ozonversuche constant eine grössere Gewichtszunahme des Jodkaliumapparats, als dem

1) *On the Constitution and Properties of Ozone; by Th. Andrews.*
(Diese Annalen Bd. 98, S. 435.)

aus der chemischen Wirkung des Ozons abgeleiteten Gewichte entsprach. Das relative Verhältnis dieses Gewichtsüberschusses war weder mit meinen früheren Resultaten im Einklang, noch erreichte er selbst hierin eine Ueber-einstimmung. Mit Recht setzt er deshalb eine Fehlerquelle voraus, die sich bei der Einwirkung des Ozons auf die Jodkaliumlösung geltend gemacht habe.

Diese Fehlerquelle beruht, wie die Versuche von Andrews¹⁾ es unzweifelhaft darthun, auf einer gewissen Menge Kohlensäure, welche dem elektrolytischen Sauerstoffgase beigemengt war. Es fragt sich nur, ob diese Kohlensäure, wie Andrews voraussetzt, aus der zur Elektrolyse benutzten Flüssigkeit stammte, d. h. ob sie wirklich als absorbirte Kohlensäure in derselben vorhanden war, oder ob nicht ein anderer Entstehungsgrund für seine Experimente nachweisbar sey. Auf beide Fragen lässt sich mit Sicherheit Antwort geben.

Ich will zuerst mit Andrews annehmen, die Kohlensäure röhre lediglich aus der elektrolytischen Flüssigkeit, einer Auflösung von Chromsäure in verdünnter Schwefelsäure, her. Das Volumen dieser Flüssigkeit betrug bei meinen früheren Versuchen und bei den Dimensionen meines Apparats noch nicht 500 C. C. Es lässt sich nun mit Hülfe des Bunsen'schen Absorptions-Gesetzes²⁾ das Maximum der Kohlensäure berechnen, das in einem gegebenen Volume Wasser von bekannter Temperatur und bei ermitteltem Quecksilberdruck enthalten ist.

Wenn die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft ausgedrückt wird durch:

	Stickstoff	78,225
	Sauerstoff	20,745
Mittlerer Ge-	{ Wasserdampf	0,989
halt an	{ Kohlensäure	0,041
		100,000

1) A. a. O. p. 4 und 5.

2) Ann. der Chemie und Pharmacie von Liebig und Wöhler; Bd. XCIII,
S. 1 ff.

so enthält nach dem auf S. 4 der citirten Abhandlung gegebenen Ausdrucke $\frac{a_1 k P v_1}{0,76(v_1 + v_2 + v_3)}$ ein CC. mit atmosphärischer Luft gesättigten Wassers bei 15° und $0,76^m$ Druck.

Stickstoff 0,011562 CC.

Sauerstoff 0,00620

Kohlensäure 0,000415

Nehme ich in runder Zahl das zur Elektrolyse verwendete Flüssigkeitsvolum = 500 CC. an, so würden demgemäß diese 500 CC. bis 15° und $0,76^m$ Druck enthalten haben:

Kohlensäure 0,2075 CC. oder dem Gewichte nach

Kohlensäure 0,00041^{grm}.

Setzt man also voraus, dass der Absorptionscoefficient einer an Schwefelsäure und Chromsäure reichen Flüssigkeit an Gröfse den Coeffizienten des Wassers erreiche (was erklärlicherweise nicht der Fall ist), setzt man ferner voraus, dass diese als Wasser angesprochene Flüssigkeit mit Kohlensäure gesättigt war (was wiederum nicht der Fall gewesen seyn kann), und nimmt man endlich noch an, dass auch die Kohlensäure der negativen Zelle, in der mindestens $\frac{7}{9}$ der Flüssigkeit sich befand, ebenfalls durch den Apparat getreten sey, — so würde, trotz aller dieser möglichst ungünstigen Prämissen, die Menge der in den Jodkaliumapparat gelangten Kohlensäure doch höchstens 0,00041^{grm} betragen haben. Wenn daher Andrews unter ähnlichen Umständen ¹⁾ in Zeit weniger Minuten einen Niederschlag von kohlensaurem Baryt in einer vorgeschlagenen Barytlösung sich bilden sah, so wird diese Kohlensäure-Menge einer andern Ursache zugeschrieben werden müssen, als der eben erörterten. Ueber diese Ursache lässt dann auch die Einrichtung des Apparats, den Andrews zur ersten Versuchsreihe benutzte, keinen Zweifel aufkommen. Bei diesem wird der Boden der positiven Zelle von einem Stück Blase d. h. von einer Substanz gebildet, die der zerstörenden Wirkung des Ozons nicht minder unterworfen

1) A. a. O. p. 4.

ist wie Kautschuk oder Kork. In der That, zersetzt man schwefelsäurehaltiges Wasser durch den elektrischen Strom und trifft das elektrolytische Sauerstoffgas weder in der Zersetzungszelle noch sonst auf seinem Wege durch den Apparat mit organischen Substanzen zusammen, so bleibt das vorgelegte Barytwasser ungetrübt, selbst wenn grosse Mengen der elektrolytischen Gase durch dasselbe hindurchgetreten sind. Wie leicht begreiflich, hängt das Gelingen des Versuchs außer von der Reinheit der Materialien noch weiter davon ab, dass die atmosphärische Luft vor dem Beginn des eigentlichen Experimentes erst vollständig durch die elektrolytischen Gase ausgetrieben wurde. Ich habe auf diese Weise 1500 CC. elektrolytischen Sauerstoffgases durch meinen Ozonapparat treten lassen, ohne dass die vorgeschlagene Barytlösung sich im mindesten trübte. Isolirte ich dagegen die elektrolytischen Gase, wie dies Andrews that, durch ein Stück Blase, so hatte sich unter sonst gleichen Umständen, wenn auch nicht in wenigen Minuten, doch am Schlusse des Versuchs ein deutlicher Niederschlag von kohlensaurem Baryt ausgeschieden.

Um nun diese Fehlerquelle unschädlich zu machen, setzt Andrews der Jodkaliumlösung etwas Salzsäure zu. Und hieraus erklärt sich das Resultat seiner sämmtlichen Versuche. Die hierauf bezügliche Stelle lautet wörtlich: *The solution of jodide of potassium employed in all the experiments had the same composition, although the quantity of ozone in some cases was three times greater than in others. It consisted of 2 grms of jodide of potassium dissolved in 22½ grms of a weak solution of hydrochloric acid, containing 2 per cent of pure acid. As it is difficult, to procure jodide of potassium entirely free from jodate of potassa, I always prepared, at the commencement of each experiment, two similar solutions, of which one was introduced into D. (bezeichnet den Jodkaliumapparat) and the other preserved in a ground stoppered vial, till the experiment was finished. The amount of free jodine in both was determined at the same time, and the difference taken*

to represent the exact quantity of iodine due to the ozone reaction. The correction for the iodate of potassa in the original solution, when reduced, rarely represented more than 0,001 grm. oxygen, but quantities of this magnitude must not be neglected in these experiments.

Andrews hat aber hierbei übersehen, daß eine mit Salzsäure versetzte Jodkaliumlösung zur Sauerstoffbestimmung im Ozon völlig unbrauchbar ist, weil dieselbe freie Jodwasserstoffsäure enthält, die nicht allein durch Ozon, sondern auch durch freien Sauerstoff zersetzt wird. Das quantitative Resultat dieser beiden neben einander verlaufenden Zersetzungsprocesse muß folglich auch sehr verschieden seyn. Diese allen Berechnungen sich entziehende Differenz ist aber in Andrews Versuchen der wesentliche Factor, aus welchem er seine Zusammensetzung des Ozons ableitet.

Zur näheren Begründung dieser Thatsache dürften die nachfolgenden Versuche ausreichen. Wie es in der Natur der Sache liegt, sind von ihnen keine übereinstimmenden Zahlen zu erwarten. Dagegen werden sie genügen, um den eigentlichen Inhalt der ganzen Frage zur Entscheidung zu bringen.

Damit sich die Einwirkung des Ozons auf eine reine Jodkaliumlösung gesondert und doch gleichzeitig mit der Wirkung des Sauerstoffs auf eine salzaure Jodkaliumlösung beobachten und quantitativ bestimmen lasse, verband ich den Ozonapparat mit drei zusammenhängenden Kugelapparaten. Die ersten beiden Kugelapparate enthielten eine Auflösung von reinem Jodkalium; sie waren unter sich und mit dem Ozonapparat durch sorgfältiges ineinander-schleifen befestigt. Der dritte Kugelapparat wurde nach Andrews Methode gefüllt; er enthielt eine Auflösung von 2^{grm} Jodkalium in 22½^{grm} verdünnter reiner Salzsäure (entsprechend 2 Proc. Säure). Dieser Kugelapparat war der Letzte in der Reihenfolge und stand durch Kautschukröhren einerseits mit dem zweiten Kugelapparate, anderseits mit einem Aspirator in Verbindung. Dieser diente dazu,

die Menge des durch den Apparat getretenen Sauerstoff-gases zu messen. Gleichzeitig wurde eine gleiche Mischung, wie im dritten Kugelapparat, in einem verschlossenen Glas-cylinder bei Seite gestellt.

	Erster Versuch.	Zweiter Versuch.
1) Dauer des Versuchs	2 Stunden	3 Stunden 20 Min.
2) Volum des abgeflos-senen Wassers	1075 CC.	2743 CC.
3) Jodmenge im ersten Kugelapparat, ausge-schieden durch Ein-wirkung des Ozons	0,0043 Grm.	0,0011 Grm.
4) Jodmenge im zweiten Kugelapparat, ausge-schieden durch Ein-wirkung des Ozons	0	0
5) Jodmenge im dritten Kugelapparat, ausge-schieden durch Ein-wirkung des Sauer-stoffs	0,01200 Grm.	0,0128 Grm.
6) Jodmenge, ausge-schieden im ver-schlossenen Glas-cylinder	0,00085 Grm.	0,0018 Grm.
7) Rauminhalt des ver-schlossenen Glascy-linders	32 CC.	32 CC.
8) Zusammensetzung der elektrolystischen Flüssigkeit	$\left\{ \begin{array}{l} 200 \text{ CC. Wasser} \\ 20 \text{ Grm. luft-} \\ \text{trockne Chrom-} \\ \text{säure} \\ 20 \text{ CC. con-} \\ \text{centrierte Schwei-} \\ \text{felsäure.} \end{array} \right.$	200 CC. Wasser
		20 CC. concen-trirte Schwefel-säure

Aus diesen Versuchen ergiebt sich:

- 1) daß die Abscheidung des Jods im dritten Kugelapparat abhängig ist von der Zersetzung der Jodwasserstoffsaure durch reines Sauerstoffgas, und
- 2) daß die Menge des auf diesem Wege abgeschiedenen Jods bei weitem gröfser ist, als die Menge des Jods, welche durch Ozon in Freiheit gesetzt wird.

Da nun in Andrews Versuchen beide Zersetzungssprocesse gleichzeitig in ein und demselben Jodkaliumapparate vor sich gehen, so muß begreiflicherweise die Quantität des ausgeschiedenen Jods das Resultat von beiden Zersetzungsvorgängen seyn. Wenn daher in seinen Untersuchungen die Gewichtszunahme des Jodkaliumapparats gleich gefunden wurde der Menge des Ozons, wie solche sich von dem ausgeschiedenen Jod herleitet, so folgt hieraus nicht, wie Andrews schließt, daß Ozon allotropischer Sauerstoff sey, sondern nur, daß bei seinen Versuchen die vom Ozon freigemachte Jodmenge verschwindend klein war gegenüber der Jodmenge, welche der reine Sauerstoff ausgeschieden hatte. Der Effect, den Andrews dem Ozon zuschreibt, ist daher nur eine Wirkung des Sauerstoffs gewesen.

Hieraus erklären sich dann auch die weiteren Schlüsse, welche Andrews aus seinen Versuchen abgeleitet hat; es erklärt sich vor allem, weshalb ihm der Nachweis nicht gelingen konnte, daß das Ozon beim Erwärmten Wasser ausscheidet. In letzterer Beziehung scheint mir die von ihm benutzte Gewichtsmethode, selbst bei gröfsen Mengen von Ozon, nicht empfehlenswerth.

Bonn, den 13. Juli 1856.

VI. Bemerkungen über die Zusammensetzung des Vanadinit; von Adolf Kenngott in Wien.

Rammelsberg hat die Krystallgestalten und die Zusammensetzung des Vanadinit von Windischkappel in Kärthen untersucht und die Resultate der Untersuchung in dies. Annalen, Bd. XC VIII. S. 249 mitgetheilt. Er fand, dass der Vanadinit isomorph mit Mimetesit, Pyromorphit und Apatit sey, und seine Zusammensetzung der Formel $PbCl + 3(3PbO \cdot VO_3)$ entspreche. Hieraus folge, dass die Salze der Vanadinsäure isomorph mit denen der Phosphorsäure und Arseniksäure seyen, obgleich die Zusammensetzung keine analoge sey. Somit liege hier wieder ein Fall von Isomorphie bei Körpern vor, welche ungleiche Constitution haben oder die Vanadinsäure enthalte ebenfalls 5 Atome Sauerstoff, eine Annahme, zu der man indess nach dem, was Berzelius für die Sauerstoffmultiplen der Oxyde des Vanadins gefunden hat, durchaus nicht berechtigt sey.

Der Zweck der nachfolgenden Auseinandersetzung ist, zu zeigen, dass in Folge der von Rammelsberg gegebenen Analyse, die vollkommenste Uebereinstimmung in der Formel und in der Gestalt hervorgeht, wenn das Resultat der Analyse anders gedeutet wird. Wir verdanken der sorgfältigen Analyse Rammelsberg's einen wichtigen Beleg der Gesetze der Isomorphie und nur der Umstand, dass er das Resultat der Analyse mit einer vorausgesetzten Formel vereinbaren wollte, hinderte ihn die Uebereinstimmung des Vanadit mit Apatit, Pyromorphit und Mimetesit in der chemischen Formel zu finden.

Aus dem Vanadit wurden erhalten:

A.

2,23	Chlor
76,70	Bleioxyd
17,41	Vanadinsäure VO_3
0,95	Phosphorsäure

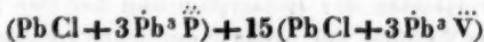
2,23 Proc. Chlor verbinden sich mit 6,52 Blei zu Chlorblei; 6,52 Proc. Blei geben aber 7,02 Bleioxyd, so daß das Mineral enthalten muß

	<i>B.</i>
2,23	Chlor
6,52	Blei
69,68	Bleioxyd
17,41	Vanadinsäure VO_3
0,95	Phosphorsäure
<hr/>	
	96,79.

Die Analyse ergab also einen Verlust von 3,21 Proc., welchen Rammelsberg als verloren gegangene Vanadinsäure in Rechnung bringen zu können glaubte, wodurch sich als Bestandtheile des Vanadinit ergeben

	<i>C.</i>
2,23	Chlor
6,52	Blei
69,68	Bleioxyd
20,62	Vanadinsäure VO_3
0,95	Phosphorsäure
<hr/>	
	100,00.

Rammelsberg schrieb sich selbst einen Fehler zu, und um ihn als solchen fest zu halten, mußte er in weitere Fehler verfallen, wie die Berechnung zeigt. Er fand durch diese die Formel



und auf Grund dieser als berechnete Bestandtheile:

	<i>D.</i>
2,50	Chlor
7,31	Blei
70,87	Bleioxyd
18,37	Vanadinsäure
0,95	Phosphorsäure
<hr/>	
	100,00

oder

	E.
2,50	Chlor
78,74	Bleioxyd
18,37	Vanadinsäure
0,95	Phosphorsäure

Stellt man aber die wirklich gefundenen Mengen mit der Erklärung des Verlustes durch Vanadinsäure und die berechneten Mengen zusammen, so muss es auffallen, dass die Zahlen so wenig stimmen, und Rammelsberg selbst musste diese Differenz auffallend finden, wenn er ohne eine bestimmte Ansicht die Zahlen beurtheilt hätte

Gefund.	Berechn.	Gefund.	Berechn.
2,23	2,50	2,23	2,50 Chlor
		6,52	7,31 Blei
76,70	78,74	69,68	70,87 Bleioxyd
20,62	18,37	20,62	18,37 Vanadinsäure VO_3
0,95	0,95	0,95	0,95 Phosphorsäure.

Er selbst nahm den Verlust von 3,21 Proc. als Vanadinsäure an, berechnet dagegen aber nur 0,96 Proc. und verlegt in der Berechnung den Verlust wesentlich in den Bleigehalt. Welche Gründe konnten dazu bewegen, eine solche Berechnung mit der Analyse vereinbar zu finden?

Alle diese Differenzen, sowohl die der Berechnung und der Analyse als auch die der Formel und der Gestalt werden vermieden, wenn wir das Resultat der Analyse nicht mit einem Fehler belasten, der nicht wahrscheinlich ist, weil die Folgen daraus das Resultat der ganzen Analyse entstellen.

Wir haben durch Rammelsberg's sorgfältige Analyse das Resultat vor uns, dass der Vanadinit von Windischkappel

2,23	Chlor
6,52	Blei
69,68	Bleioxyd
17,41	Vanadinsäure VO_3
0,95	Phosphorsäure
96,79	

enthält, und dass ein Verlust von 3,21 Proc. vorliegt, welcher gewiss nichts mit der Menge des Bleies zu schaffen hat.

Da kein theoretisches Hinderniss vorliegt, neben den bekannten Verbindungen des Vanadins mit Sauerstoff auch eine Verbindung anzunehmen, welche der Formel VO_3 entspricht, und diese Verbindung, gleichfalls eine Vanadinsäure, in dem Minerale enthalten seyn kann, anstatt der Vanadinsäure VO_5 , welche die Zerlegung des Minerals erzeugte, so müsste die Analyse zunächst einen Verlust ergeben. Es entsprechen nun

17,41 Proc. Vanadinsäure VO_3

20,31 Proc. Vanadinsäure VO_5

und wenn wir diese 20,31 Proc. in der Analyse anstatt der 17,41 setzen, so enthält der Vanadinit

2,23 Chlor

6,52 Blei

69,68 Bleioxyd

20,31 Vanadinsäure VO_5

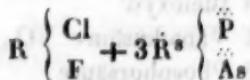
0,95 Phosphorsäure

99,69

und der Verlust von 0,31 Proc. liegt innerhalb der Gränzen einer jeden guten Analyse, so dass wir ihn gar nicht weiter zu berücksichtigen haben, weil er sich ohnebin in der Berechnung anzeigt.

Man kann es gewiss nicht einen blofsen Zufall nennen, dass Rammelsberg's muthmaßlicher Verlust an Vanadinsäure VO_3 , bestehend in 3,21 Proc., mit der Sauerstoffmenge zusammenfällt, welche für die Vanadinsäure VO_5 nöthig ist. Auch die nachfolgende Berechnung wird zeigen, dass die Formel mit der Isomorphie Hand in Hand geht.

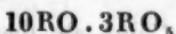
Ich habe schon früher gezeigt, dass man in den Mineralien Apatit, Pyromorphit, Mimetesit, für welche die Formel



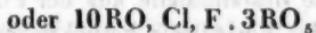
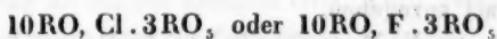
meist zu gelten pflegt, annehmen könne, dass Chlor oder



Fluor den Sauerstoff vertreten, und dass, wenn man sie nicht in die Formel aufnimmt, sondern dafür die entsprechende Menge Sauerstoff setzt, die allgemeine Formel



wird, somit diese Salze das Sauerstoffverhältnis 10 : 15 oder 2 : 3 haben. Liegt es daran, die Anwesenheit von Chlor oder Fluor in der Formel auch auszudrücken, so kann man sie



schreiben.

Wollte man es als allgemein bestätigt ansehen, dass Chlor und Fluor, allein oder zusammen stets ein Aequivalent RCl oder RF oder RCl, F gegen 9 Aequivalente RO ausmachen, so wird dadurch die obige Formel gegeben, ohne dass man jedoch die Formel $10\text{RO} \cdot 3\text{RO}_5$ und ihre Analoga als allgemeinere in Abrede stellen kann. Jedenfalls ist sie der kürzeste Ausdruck der Zusammensetzung und eine richtige Analyse muss ihr vollkommen entsprechen.

Nachdem wir den Verlust als Sauerstoff gedeutet haben, so ergiebt, wenn wir der Berechnung wegen das Chlorblei als Bleioxyd nehmen, die Analyse des Vanadinit als zur Berechnung nöthige Zahlen

76,70 Bleioxyd

20,31 Vanadinsäure VO_5

0,95 Phosphorsäure

weil, wie Rammelsberg angab, 7,02 PbO anstatt 8,75 PbCl zu setzen sind. Aus diesen Zahlen folgen als Aequivalentzahlen

6,867 PbO 1,880 VO_5 0,134 PO₅

oder wenn wir die Phosphorsäure zur Vanadinsäure hinzuthun

6,867 PbO 2,014 VO_5 oder

10 : 2,933 oder

10,229 : 3

Hieraus folgt mit genügender Schärfe die einfachste Formel des Vanadinit:



oder, wenn wir das Chlor als theilweisen Stellvertreter des Sauerstoffs in der Formel ausdrücken, die Formel



Die Menge der Phosphorsäure ist zu gering, um sie in der Formel anzugeben.

Will man die Bestandtheile aus der Formel berechnen, so müssen wir das Verhältniss berücksichtigen, in welchem die vicarirenden Bestandtheile stehend durch die Analyse gegeben sind. Die Phosphorsäure steht zur Vanadinsäure in dem Verhältniss = 1 : 14 und das Chlorblei (respective das dafür berechnete Bleioxyd 7,02) zu dem Bleioxyd 69,68 in dem Verhältniss 1 : 10 und für diese Verhältnisse ergiebt die Berechnung auf 100 Theile nachfolgende Zahlen, welche mit denen der Analyse zur Vergleichung zusammengestellt sind:

Berechnet.	Gefunden.	
2,21	2,23	Chlor
6,46	6,52	Blei
69,54	69,68	Bleioxyd
20,82	20,31	Vanadinsäure VO_5
0,97	0,95	Phosphorsäure
100,00	99,69	

oder

2,21	2,23	Chlor
76,50	76,70	Bleioxyd
20,82	20,31	Vanadinsäure
0,97	0,95	Phosphorsäure

Hätte man sich an die Formel $\text{PbCl} + 3(3\text{PbO} \cdot \text{VO}_5)$ halten wollen, und das Verhältniss $\text{PbCl} : \text{PbO}$ wie 1 : 9 genommen, wie man es als allgemein geltendes wissen will, so ergiebt die Berechnung eine etwas grösere Differenz gegen die gefundenen Bestandtheile

2,42	2,23	Chlor
7,09	6,52	Blei
68,73	69,68	Bleioxyd
20,79	20,31	Vanadinsäure VO_5
0,97	0,95	Phosphorsäure
100,00	99,69	

wie es auch seyn muss, weil der Chlorgehalt der Analyse gegen das Oxyd mehr abweicht, woran vielleicht auch die Bestimmung so kleiner Mengen ihren Theil haben mag.

Wir ersehen also aus der ganzen Darstellung, dass uns die von Rammelsberg gelieferte Analyse den Beweis liefert, dass die Isomorphie des Vanadinit mit Apatit, Mimetesit, Pyromorphit nicht im Widerspruch mit der chemischen Formel steht, und dass man die Hebung des Widerspruches durch die Annahme einer Vanadinsäure = VO_5 bewirkt sieht, welche sich directe aus der Analyse ergiebt. Für die genannten in der Krystallisation übereinstimmenden Minerale, welche Verbindungen der Phosphor-, Arsenik- oder Vanadinsäure mit Kalkerde oder Bleioxyd darstellen, gilt das Sauerstoffverhältnis 2 : 3 in den Basen und Säuren, wenn man das Fluor oder Chlor gegen Sauerstoff verrechnet. Wer dies nicht will und die allgemeinere Formel weniger annehmbar findet, wird die gleiche Ueber-einstimmung in den besonderen Formeln finden, unter der Annahme, dass es eine Vanadinsäure VO_5 gebe.

Diese Annahme steht mit den bis jetzt bekannten Verbindungen des Vanadin nicht in Widerspruch, weil dabei das Aequivalent des Vanadin nicht geändert wird; etwas anderes wäre es, wenn wir die Vanadinsäure VO_5 so hätten umschreiben wollen, dass bei gleicher Sauerstoffmenge eine andere Formel erzielt werden sollte. Vom Vanadin sind bis jetzt die Verbindungen VO_1 , VO_2 und VO_3 bekannt, wodurch die Verbindung VO_5 nicht ausgeschlossen wird.

**IX. Eine neue Form des Galvanometers;
von Dr. Mohr in Coblenz.**

Dasjenige Galvanometer ist unstreitig das vollkommenste, welches aus einer gegebenen Drahtlänge die größte Anzahl von Umwindungen, möglichst nahe an der gleich langen Nadel, und sämtlich parallel mit der Richtung der Nadel im Zustand der Ruhe oder normal auf den Zustand der größten Ablenkung zulässt. Diesen Bedingungen entsprechen die gewöhnlichen Galvanometer, wo der Draht über parallelepipedische Rahmen gewickelt ist, nicht entfernt. Sobald die Nadel abgelenkt wird tritt ihre Spitze weit von den Windungen weg, oder kommt gar aus dem Rahmen heraus. Wollte man den Rahmen so breit machen, daß die Nadel in ihrer größten Ableukung nicht heraussträte, so würde man durch eine übermäßige Drahtlänge einen bedeutenden Leitungswiderstand erzeugen. Die einzige Ausnahme von diesem gewöhnlichen System macht die vor vielen Jahren von Nervander angegebene Form, wo der Draht über eine flache und runde Dose gewickelt war. Es war jedoch unmöglich mehr als eine Drahtlage zu geben, weil die Windungen von den runden Bogen der Dose unvermeidlich absielen.

Mein Galvanometer ist eine Vervollkommnung der Nervander'schen Construction, indem durch Anbringung von Schildzapfen wie an der Kanone, und darauf befestigten Schutzbrettchen beliebige Mengen Draht mit vollkommener Festigkeit der Lage aufgewickelt werden können. Der Raum für die Bewegung der Nadel ist mathematisch nur so groß als er eben seyn muß, nämlich ein flacher cylindrischer Raum, nach beiden Dimensionen etwas größer als die Nadel, damit sie nicht anstreife. Der Rahmen, worauf der, mit Guttapercha in Chloroform gelöst, getränkter Draht gewunden wird, ist auf Taf. I Fig. 14 im Querschnitt, in Fig. 15 von oben angesehen dargestellt. Man läßt zunächst eine

flache Dose aus hartem Holze drehen, auf welche ein einpassender Deckel mit dem Ausschnitt für das Einsetzen der Nadel und mit den Schutzbrettchen gegen das Abgleiten der Drähte passt. In Fig. 14 ist dieser Deckel samt der Form des Ansatzes, worauf er sitzt, zu ersehen. Fig. 16 zeigt den ganzen Rahmen in perspektivischer Ansicht. Auf den einander gegenüber sitzenden Schildzapfen sind quadratische Brettchen parallel mit einander befestigt. Den Drahtwickelt man am besten auf, während der Rahmen auf einer Drehbank aufgespannt ist, und um die Axe der Schildzapfen läuft. Man bohrt zunächst ein kleines Loch neben einem dieser Zapfen durch das Schutzbrett und führt den Draht hindurch. Jetzt setzt man die Drehbank in Bewegung und wickelt den Draht in dicht geschlossenen Ringen um diese cylindrischen Zapfen bis an die Dose, dann wieder zurück, und so immerfort hin und her. Es laufen nun bald die Gewinde über die flachen Böden der Dose, können aber niemals abfallen, weil der tiefere Raum vollkommen mit Drahtgewinden gefüllt ist. Endlich rückt man bis zur Mitte der Dose und den alldort angebrachten Schutzbrettern vor, und giebt noch so viele Lagen darüber, als die Hälfte des disponibeln Drahtes oder die Höhe der Schutzbrettchen erlaubt. Man hört in der Mitte mit der letzten Lage auf und befestigt das freie Ende des Drahtes vorläufig, damit es sich nicht loswickele. Man wendet nun den Rahmen auf der Drehbank um, und wickelt die zweite Hälfte ganz genau wie die erste, indem man das Ende des Drahtes durch das Schutzbrett nahe am Schildzapfen durchführt. Man giebt natürlich beiden Seiten eine gleiche Stärke. Zuletzt verbindet man an der untern Seite der Galvanometerdose die beiden freien Enden der Drahthälfte durch Löthen oder eine Schraubeuklammer. Die äusseren Conturen der Drahtlagen nehmen die in Fig. 14 und 15 durch punktierte Linien angedeutete Form an. Von der Seite angesehen erscheinen die Drahtlagen an den Schutzbrettern dicker, von oben angesehen an der Mitte der Dose dicker zu seyn. Es kommt dies von dem in der

Mitte der Windungen eingeschlossenen cylinderförmigen leeren Raum her.

Um die Wirkung dieser Methode auf Vermehrung der Anzahl der Windungen practisch zu prüfen, wickelte ich ein gewöhnliches über quadratischen Rahmen zwischen Schutzbrettern gewickeltes Galvanometer auf. Der Draht wog 478,7 Grm. und war 503,34 Meter lang. Er hatte auf dem Galvanometer 2278 Windungen dargestellt. Von diesen Windungen mafsen die inneren kleinsten 0,170 Meter, die äusseren grössten 0,272 Meter, also mittlere Länge 0,221 Met. Bei der neuen Bewickelung mafsen die äusseren Ringe so viel wie früher, die inneren auf dem runden 7^{mm} dicken Zapfen befindlichen nur 0,022 Meter, während sie früher 0,170 Meter, also nahe 8 Mal so lang waren. Man kann hieraus schon auf eine nothwendige Vermehrung der Windungen schließen. Nun wurde derselbe Draht nach der neuen Methode gewickelt, und zwar für dieselben Nadeln, mit demselben Spielraum wie im alten Galvanometer, und es wurden 3520 Windungen hervorgebracht, also netto 1242 Windungen gewonnen, abgesehen davon, dass sie der Nadel in jeder Lage viel näher waren, nämlich nur um die Holzdicke der Dosenwand entfernt. Die erhöhte Empfindlichkeit des neuen Galvanometers bei gleichem Leistungswiderstande beruht also auf den zwei Factoren der vermehrten Anzahl und der Annäherung der Drahtwindungen gegen die Nadel. Die Vermehrung der Windungen mit demselben Drahte verspricht schon einen um $\frac{100 \cdot 1242}{2278}$ oder 55 Proc. höheren Effect. Ganz wesentlich ist aber noch der Umstand, dass die Hauptmasse der Drahtwindungen über und vor der Spitze der Nadel ist, wo sie also auf die Drehung der Nadel mit dem grössten Hebelarm der Nadel selbst wirket. Wahrscheinlich würde man einen noch höheren Effect erzielen, wenn man das Galvanometer in der Mitte auf eine ziemliche Breite unbewickelt ließse, wodurch man die ganze Drahtmasse über und vor die Enden der Nadel brächte.

Eine noch etwas mehr symmetrische Form eines nach demselben Princip dargestellten Galvanometers, welches ich jedoch noch nicht ausgeführt habe, ist in Fig. 17 Taf. I im senkrechten Querschnitt dargestellt. Die innere Nadel oder Nadeln bewegen sich in einem kugelförmigen Raum. Die beiden Halbkugeln sammt ihren Schildzapfen sind auf der Drehbank aus hartem Holze dargestellt. Die Zapfen können durchbohrt seyn, in welchem Falle man die Nadel in ihrer größten Ablenkung als einen runden Fleck von außen sehen kann, wenn man auf die entgegengesetzte Seite eine weisse beleuchtete Fläche aufstellt.

Die inneren Nadeln von ungerader Zahl nehmen nach dem Durchschnitt der Kugelfläche nach beiden Seiten ab; eine einzige äußere Nadel von stärkeren Dimensionen astasirt sämmtliche innere Nadeln beinahe. Etwas Restkraft lasse ich gerne dem Nadelsystem, weil die beinahe vollkommen astatischen Systeme die von Dubois entwickelten Capricen und eine wahrhaft krankhafte Empfindlichkeit zeigen. Auch könnte man die inneren Nadeln durch eine kreisrunde flache Stahlscheibe ersetzen, welche der Quere nach magnetisirt würde. Die Aufwickelung der Drähte geschieht, wie bei dem vorigen Galvanometer, von dem äußersten Ende der Schildzapfen anfangend. Jede Drahtlage ohne Ausnahme stellt einen vollkommenen Cylinder dar. Die äußere Form der Gewinde ist hier ganz regelmässig gerade, nämlich ebenfalls ein Cylinder, wodurch die äußere gerade Nadel sich den Gewinden sehr nähern kann. Die Verbindung der beiden Drahthälfsten geschieht durch zwei federnde Kupferplättchen. Man kann dadurch die beiden Hälften jederzeit trennen ohne am Apparate etwas zu ändern. Der getheilte Kreis liegt auf den oberen Kanten der Schutzbretter, und der ganze Apparat steht auf den unteren Kanten derselben unter einer Glasglocke.

X. Meteorologische Untersuchungen;
von Dr. F. Vettin.

Vorgetragen in der physikalischen Gesellschaft zu Berlin am
 2ten und 16ten Mai 1856.

Wo benachbarte Theile der Erdoberfläche verschieden erwärmt sind, müssen Luftströmungen entstehen, die ihrem Wesen nach wahre Circulationen darstellen. Von der kälteren Gegend her bewegt sich die Luft mit einer gewissen Geschwindigkeit nach der wärmeren, steigt hier auf, fließt oben mit gleicher Geschwindigkeit und in entgegengesetzter Richtung zurück, sinkt allmählich wieder zu Boden, um von neuem den Kreislauf zu beginnen.

Berücksichtigen wir nun die geographische Lage der Europäischen Halbinsel, die im Osten weit ausgedehnten Ländermassen Russlands und West-Asiens, das westlich gelegene große Atlantische Meer, berücksichtigen wir ferner, daß das Land im Sommer sich mehr erwärmt, im Winter stärker erkaltet, als das Meer, so finden wir die Bedingungen zu einer Luftcirculation gegeben, in deren Bereich wir uns befinden, und die nach Art der Moussons 2 Mal im Jahre ihre Richtung umkehrend in obiger Weise vor sich gehen muß.

Im Winter nämlich wird sich die Luft unten von dem stärker erkalteten Lande des Ostens zum wärmeren Ocean und oben zurück, im Sommer umgekehrt unten von der nunmehr relativ kälteren See, nach den erhitzen Ebenen Russlands und West-Asiens und oben zurück bewegen. Es schien mir der Mühe werth, vorerst nachzuforschen, in wieweit sich diese moussonartige Circulation in dem Gange der meteorologischen Instrumente bemerkbar machen würde.

Ich verfolgte deshalb denselben während der letztverflossenen Jahre und theile die aus den Beobachtungen gewonnenen Resultate, so weit sie gerade Bezug auf den angeregten Gegenstand der Untersuchung haben, mit.

Die Beobachtungen, täglich zu verschiedenen Zeiten angestellt, wurden der Bequemlichkeit und leichteren Uebersicht wegen graphisch verzeichnet, und die den Resultaten zum Grunde liegenden Mittel bestimmt durch planimetrische Ausmessung dieser Zeichnungen.

Es wurden auf Streifen Papiers von circa 4" Breite und 31" Länge in verschiedenen Höhen horizontale Linien, die Abscissen darstellend, gezogen, dieselben durch senkrechte Linien in gleichen Zwischenräumen von etwa 1", entsprechend den 28 bis 31 Tagen eines Monats getheilt. In bekannter Weise wurden nun die Ordinaten nach den Beobachtungen des Barometers etc. eingetragen, nach ihnen die Curven verzeichnet, und die Zeiten, wo der Wind wechselte, durch senkrechte, alle Curven durchschneidende Linien angegedeutet.

Mittelst eines für diesen Zweck bequem eingerichteten Planimeters¹⁾, von dessen Genauigkeit ich mich überzeugt hatte, mafs ich nun Monat für Monat, die den acht Windrichtungen zugehörigen Flächeninhalte der durch die Barometer und Thermometercurven etc. begränzten Stücke, wobei das Abscissenlineal des Planimeters auf einer deshalb angebrachten Theilung zugleich die entsprechenden Zeiten angab; durch Division der Flächeninhalte J durch die Zeiten T bestimmte ich die mittleren Höhen $\frac{J}{T}$, schliefslich suchte ich die Constanten, um die gefundenen Verhältniszahlen zu reduciren auf die unserer Anschauung geläufigen Maafse.

Ehe die Division vorgenommen, wurden sowohl die Zeit- wie auch die Inhaltsangaben des Planimeters, um mich so auszudrücken, applanirt. Um z. B. Süd zu bestimmen, wurde das Mittel von S und SO einerseits, das Mittel von S und SW andererseits, von den so erhaltenen Werthen des SSO und SSW das Mittel als der richtigere Werth des Süd genommen.

1) S. die Beschreibung eines ähnlichen Planimeters in Dingl. Polyt. J. Bd. 116, S. 424.

Dieses Verfahren ist nothwendig, da man bei dem vielfachen Wechsel der Winde unmöglich genau die Momente der Veränderung angeben kann, und mancher Wind auf diese Weise als Süd z. B. notirt war, der schon südöstlich oder südwestlich wehte. Die Quotienten der nicht applanirten Inhaltswerte durch die Zeiten bilden deshalb, wenn man sie graphisch darstellt, Zickzacklinien, während dieselben, nachdem die Applanation vorgenommen, Curven bilden, bei denen sich das Gesetzmässige des Steigens und Fallens deutlicher zeigt, und die, wo sie abnorme Hervorragungen bilden, sicher auf zufällig eingeschlichene Rechenfehler jederzeit aufmerksam machen.

I. Zeitdauer der Winde.

Die Zeiten der verschiedenen Winde bilden im dreijährigen Mittel eine Curve, die zwei Maxima hat, eins für West, eins für Ost.

Die Verhältniszahlen der Zeiten T sind nämlich
für SW WV NW N NO O SO S
173 202 155 117 129 147 127 119.

Vergleicht man die Zeitdauer der Winde in der kälteren Jahreshälfte mit der in der wärmeren, so ergiebt sich Folgendes:

Es ist T für	SW	W	NW	N	NO	O	SO	S
in den Monaten Dec.								
bis incl. März	= 162	183	140	108	145	178	136	113
in den Monaten Mai								
bis incl. Sept.	= 184	222	168	126	127	119	107	118

In den kälteren Monaten herrschen demnach östliche, in den wärmeren westliche Winde vor, ein Verhältnis, welches unmittelbar auf das Daseyn einer moussonartigen Circulation schliesen lässt. Nehmen wir an, die unteren und oberen Circulationen flössen ungestört übereinander, so würde, falls der erwähnte Land-Meerwind allein für sich bestände, im Winter unten Ost oben West, im Som-

mer unten West und oben Ost wehen müssen. Allein die Polar-Aequatorialströmung durchsetzt denselben während des ganzen Jahres immer in derselben Richtung und so werden sich gewisse Combinationen, sowohl der unteren, wie auch der oberen Theile dieser Circulationen bilden müssen.

Im Winter (Taf. III Fig. 1) wird der untere östliche Landwind *B* den Polarstrom *A*, der eine nordnordöstliche Richtung hat, weiter nach Ost (*C*), der vom Meere zurückkehrende obere Weststrom *b* ebenso den oberen südsüdwestlichen Aequatorialstrom (*a*) noch mehr nach West zu lenken (etwa nach *c*).

Im Sommer (Fig. 2 Taf. III) wird der westliche untere Meerwind *B* den Polarstrom *A* mehr nach Westen zu ablenken (etwa nach *C*), während der über Asiens heißem Boden aufgestiegene und oben zum Meere zurückfließende Theil *b* den oberen Aequatorialstrom *a* mehr nach Ost hin (etwa nach *c*) umbiegen wird. Dabei werden sich im Sommer die beiden Circulationen mehr stören wie im Winter, weil sie in jener Jahreszeit in einem Winkel von circa $90^\circ + 22\frac{1}{2}^\circ$ aufeinanderstoßen, während im Winter die Richtungsverschiedenheit $90^\circ - 22\frac{1}{2}^\circ$ beträgt.

Flössen also beide Strömungen vereinigt ungestört übereinander, so würden wir im Winter unten im Mittel etwa ONO, oben WSW, im Sommer unten NW und oben SO-Wind haben. Im Frühling und Herbst, als zu den Zeiten, wo der Land-Meerwind umgesetzt, würde die Polar-Aequatorialcirculation allein herrschen, also unten NNO oben SSW wehen müssen.

Durch das sich Ineinandermischen der oberen und unteren Luftschichten in unserer gemäßigen Zone, durch das dabei stattfindende Ablenken und Abgelenktwerden der einen durch die andern entsteht jene unendliche Mannigfaltigkeit der Windrichtungen, die aber nichts destoweniger, je umfassendere und genauere Beobachtungen zu Gebote stehen, um so deutlicher ihren eigentlichen Ursprung erkennen lassen.

II. Das Barometer.

Der höchste Barometerstand ist bekanntlich im Jahresmittel den nordnordöstlichen, der tiefste den Südsüdwesterwinden eigen; das barometrische Maximum entspricht der Richtung des Polar-, das Minimum der des Aequatorialstroms oder, was dasselbe ist, die Lage der barometrischen Extreme entspricht der Richtung, in welcher die Polar-Aequatorialcirculation vor sich geht.

Demgemäß würden, wenn nur allein ein ostwestlicher Land-Meerwind bestände, die Lage der barometrischen Extreme alsdann der Richtung dieser moussonartigen Circulation entsprechen, d. h. im Winter, wo der untere Strom vom kälteren östlichen Lande zum wärmeren westlichen Meere sich bewegt, würden östliche Winde den höchsten, westliche den tiefsten Barometerstand — und umgekehrt im Sommer, wo der untere Strom vom kälteren Meere zum wärmeren östlichen Lande fliesst, würden alsdann Westwinde den höchsten, Ostwinde den tiefsten Barometerstand mit sich führen.

Stellte man also die Barometerstände für die verschiedenen Winde graphisch dar, so würde man Curven erhalten, deren Maximum und Minimum, wenn nur allein die Polar-Aequatorialströmung bestände, für alle Jahreszeiten in Nordnordost und Südsüdwester gelegen; wenn aber andererseits nur allein die ostwestliche moussonartige Circulation stattfände, für den Winter in Ost und West, für den Sommer in West und Ost befindlich seyn würde.

Wenn aber beide Strömungen nebeneinander d. h. gleichzeitig bestehen, so wird man Curven erhalten, die aus der Curve, welche dem Polar-Aequatorialstrom angehört, und aus denen, welche dem wechselnden Land-Meerwinde zu gehören, zusammengesetzt sind.

Combinirt man die Curven des letzteren mit der des Polar-Aequatorialstromes, so wird im Winter das Maximum zwischen Ost und NNO, das Minimum zwischen West und SSW, im Sommer ersteres zwischen West und NNO, letzteres zwischen Ost und SSW zu liegen kommen.

Zu zwei Zeiten des Jahres aber, in der Nähe der Aequinoctien, wo der Mousson umsetzt, also gar nicht vorhanden ist, werden Maximum und Minimum in NNO und SSW entsprechend der Richtung des unveränderten Polar-Aequatorialstroms verbleiben.

Mit anderen Worten: das barometrische Maximum, während der Aequinoctien in NNO gelegen, wird in Folge des Land-Meerwindes im Winter nach Ost zu, im Sommer mehr nach West zu, und umgekehrt das Minimum, während der Aequinoctien in SSW befindlich, im Winter mehr nach West, im Sommer mehr nach Ost hin gelegen seyn müssen.

Die Resultate der während dreier Jahre (vom 1. Sept. 1852 bis 1. Sept. 1855) angestellten Beobachtungen des Barometerstandes ergeben nun, dass dem wirklich so ist.

Ich gebe hier die durch das Planimeter gemessenen barometrischen Flächeninhalte (J) die dazugehörigen Zeiten T und die Quotienten $= \frac{J}{T}$ als die Verhältniszahlen der mittleren Barometerhöhen. Dabei umfasst der Herbst die Monate Sept. Oct. Nov., der Winter Dec. Jan. Febr., der Frühling März April Mai, der Sommer die Monate Juni Juli August.

Dreijährige Mittel.

	SW	W	NW	N	NO	O	SO	S	
$T =$	199	204	123	70	112	173	149	136	Herbst
	172	190	139	96	123	168	145	124	Winter
	139	176	179	184	166	129	105	100	Frühling
	183	238	181	117	115	117	109	115	Sommer
$J =$	642	702	459	280	443	672	535	424	Herbst
	562	629	458	319	439	607	500	404	Winter
	438	599	662	701	634	472	347	309	Frühling
	634	856	674	444	429	423	371	385	Sommer
$\frac{J}{F} =$	322	345	374	400	396	389	359	312	Herbst
	327	330	329	332	357	361	345	325	Winter
	314	340	370	380	382	366	331	309	Frühling
	347	357	372	379	372	361	340	335	Sommer

und fürs ganze Jahr

SVV	VV	NVV	N	NO	O	SO	S
T = 173	202	155	117	129	147	127	119
J = 569	696	563	436	486	543	438	380
$\frac{J}{T} = 329$	342	363	372	376	369	345	320

Der Reductionsfactor für Linien ist $= \frac{326}{12}$, außerdem mußt man noch 27" hinzuaddiren. Man erhält also

$$\frac{326}{12} \times \frac{J}{T} = 11,9'' \quad 12,7 \quad 13,8 \quad 14,7 \quad 14,5 \quad 14,3 \quad 13,2 \quad 11,5'' \text{ Herbst } d \text{ Fig. 6}$$

12,1	12,1	12,1	12,2	13,1	13,3	12,7	12,0	Winter a Fig. 6
11,6	12,5	13,6	14,0	14,1	13,5	12,4	11,4	Frühling c Fig. 6
12,8	13,1	13,7	14,0	13,7	13,2	12,5	12,3"	Sommer b Fig. 6
12,1"	12,6	13,3	13,7	13,8	13,6	12,7	11,8"	Jahr e Fig. 6

Das Maximum oscillirt ums Jahresmittel, erreicht im Sommer die größte westliche, im Winter die größte östliche Ablenkung, im Herbst und Frühling geht es durch's Jahresmittel; ihm entsprechend wandert das Minimum im Sommer mehr nach Osten, im Winter mehr nach Westen hin und liegt in den Aequinoctialjahreszeiten zwischen Süd und Südwest.

III. Das Thermometer¹⁾.

Dem barometrischen Maximum analog wird das thermometrische Minimum im Lauf des Jahres von der östlichen auf die westliche Seite der Windrose wandern müssen und zweimal, etwa zur Zeit der Aequinoctien das Jahresmittel erreichen. Man übersieht diese Wanderung des Minimum am besten, wenn man die dreijährigen Mittel der einzelnen Monate mit einander vergleicht. Es waren in denselben die Zeiten (T)

1) Die graphischen Zeichnungen des Thermometerstandes sind entworfen nach den in der Berliner Vossischen Zeitung mitgetheilten Beobachtungen.

	SW	W	OW	N	NO	O	SO	S
$T =$	212	258	158	81	111	132	94	104
	Sept.							
216	181	103	58	86	171	190	183	Oct.
169	171	108	72	138	215	162	120	Nov.
246	216	105	59	108	147	140	175	Dec.
139	171	134	88	129	217	197	123	Jan.
131	184	178	141	133	140	98	74	Febr.
124	173	174	180	215	172	84	72	März
132	216	226	171	102	102	116	87	April
162	139	137	200	180	113	115	141	Mai
149	211	180	140	143	137	103	87	Juni
205	224	149	105	119	113	120	151	Juli
194	278	215	105	82	102	103	108	Aug.

Der Kürze wegen lasse ich die Flächeninhalte J fort und führe gleich die Quotienten $\frac{J}{T}$ an. Der Reductions-factor für Grade Réaumur ist $\frac{326}{20}$. Es war nun

$$\frac{J}{T} \times \frac{326}{20} =$$

SW	W	NNV	N	NO	O	SO	S
10,5°	10,1°	9,6°	10,2°	11,5°	11,5°	10,9°	10,5° Sept.
7,6	7,1	5,7	5,1	5,9	6,3	6,9	7,5 Oct. Fig. 7d
3,2	2,7	2,4	2,1	1,7	1,8	2,4	3,2 Nov.
+ 5,5	+ 4,5	+ 1,7	- 2,3	- 2,5	- 1,5	+ 0,1	+ 4,0 Dec.
+ 1,4	+ 1,1	+ 0,1	- 1,8	- 2,1	- 0,8	+ 0,2	+ 1,0 Jan. Fig. 7a
- 1,7	- 1,7	- 2,4	- 3,5	- 4,3	- 3,9	- 3,2	- 2,6 Febr. » d'
+ 2,5	+ 1,9	+ 0,5	- 0,8	- 1,1	- 0,7	+ 0,1	+ 1,6 März
5,3	5,0	4,2	4,0	4,3	5,4	6,2	6,5 April Fig. 7c
9,7	9,4	8,8	9,2	9,9	10,8	11,1	10,4 Mai
12,8	12,1	12,0	13,0	14,4	14,8	14,8	14,0 Juni
13,8	13,6	13,8	15,4	15,6	15,5	15,4	14,8 Juli Fig. 7b
13,2	12,8	12,7	13,4	13,4	13,4	14,1	14,1 Aug.

Im October und April sind die nördlichen Winde die kältesten, im hohen Sommer die westlichen und nordwestlichen, im Winter die nordöstlichen und östlichen, entsprechend der Einwirkung des ostwestlichen Land-Meerwindes. Auffallend erscheint die große Wärme der nord-

östlichen Winde im Sommer und der südlichen und südwestlichen im Winter, da man die Wärmemaxima im Sommer mehr nach Südosten hin, im Winter mehr nach Westen hin gelegen erwarten sollte.

Offenbar hängt diese Abweichung ab von der Beschaffenheit des Himmels, von seiner Klarheit und Bewölkung.

Man kann sich davon überzeugen, wenn man den Einfluss derselben auf die Beobachtungen beseitigt und die alsdann erhaltenen ideellen Temperaturen der Winde mit den beobachteten vergleicht. Eliminiren lässt sich aber der Einfluss der Bewölkung dadurch, dass man die Wärme der Winde bei ganz bedecktem Himmel für sich misst, ebenso die Wärme derselben bei klarem (oder wolkigem) Himmel und von beiden Werthen das arithmetische Mittel nimmt. Auf diese Weise erhält man die ideellen Temperaturen der Winde, bei denen während der halben Zeit bedeckter und der halben Zeit klarer Himmel war, wo also weder der eine noch der andere überwiegt, und der einseitige Einfluss der Heiterkeit oder der Bewölkung aufgehoben ist.

Ich habe dergleichen Temperaturbestimmungen für die entgegengesetzten Jahreszeiten (Sommer und Winter) des letzt verflossenen Jahres vorgenommen und theile hier die Resultate mit.

Für klaren Himmel (heiter, Wolken und Sonne) war

SW	VV	NW	N	NO	O	SO	S	
$t =$	58	93	80	41	51	69	45	30 Winter $\frac{54}{55}$
	132	128	80	70	104	105	100	113 Sommer 55
$i =$	-17	-19	-28	-29	-67	-89	-50	-19 Winter
	+293	292	194	181	264	260	239	256 Sommer.

Die Quotienten $\frac{i}{t}$ durch Multiplication mit dem Factor

$\frac{326}{20}$ zu Graden Réaumur reducirt

$$\frac{i}{t} \times \frac{326}{20} =$$

$$-1,8^\circ -1,2^\circ -2,2^\circ -4,3^\circ -8,1^\circ -7,9^\circ -6,8^\circ -3,9 \text{ VWinter Fig. 8. II. c.}$$

$$+13,6 \quad 13,9 \quad 14,8 \quad 15,8 \quad 15,5 \quad 15,2 \quad 14,6 \quad 13,9 \text{ Sommer Fig. 8. I. c.}$$

Für bedeckten (bewölkten) Himmel.

SW	W	NW	N	NO	O	SO	S	
$t = 139$	148	78	36	55	65	66	89	Winter
61	83	60	31	23	18	24	36	Sommer
$i = +16$	11	-5	-28	-44	-46	-14	$+11$	Winter
	$+127$	160	105	54	47	42	54	Sommer.

$$\frac{i'}{t'} \times \frac{326}{20} =$$

$+0,7^\circ$ $+0,5^\circ$ $-0,4^\circ$ $-4,7^\circ$ $-4,9^\circ$ $-4,3^\circ$ $-1,3^\circ$ $+0,7^\circ$ VWinter Fig. 8. II. d.
 $+12,7$ $11,8$ $10,7$ $10,6$ $12,5$ $14,2$ $13,6$ $13,4$ Sommer Fig. 8. I. d.

Die arithmetischen Mittel

$$\frac{1}{2} \left(\frac{i}{t} \times \frac{326}{20} + \frac{i'}{t'} \times \frac{326}{20} \right) =$$

$-0,5^\circ$ $-0,4^\circ$ $-1,2^\circ$ $-4,5^\circ$ $-6,0^\circ$ $-6,1^\circ$ $-4,0^\circ$ $-1,5^\circ$ VWinter Fig. 8. II. a.
 $+13,2$ $12,9$ $12,8$ $13,3$ $14,0$ $14,6$ $14,1$ $13,8$ Sommer Fig. 8. I. a.

Für die Temperaturen der WInde überhaupt (planimetrische Mittel).

$$\frac{i+i'}{t+t'} \times \frac{326}{20} =$$

$0,0^\circ$ $-0,2^\circ$ $-1,3^\circ$ $-4,5^\circ$ $-6,4^\circ$ $-6,2^\circ$ $-3,5^\circ$ $-0,4^\circ$ VWinter Fig. 8. II. b.
 $+13,3$ $13,1$ $13,1$ $14,2$ $15,0$ $15,0$ $14,4$ $13,7$ Sommer Fig. 8. I. b.

Vergleicht man die Curven *a* und *b*, so bemerkt man, dass durch die vorherrschende Klarheit des Himmels bei nördlichen Winden wegen der nun stärkeren Sonnenstrahlung das Maximum, welches eigentlich nach SO hin gelegen seyn sollte, dem Norden genähert, dass umgekehrt im Winter durch die vorherrschende Trübheit des Himmels bei südlichen Winden wegen der verhinderten Ausstrahlung das Maximum, welches westlich gelegen seyn sollte, dem Süden genähert wird; d. h. im Sommer werden nördliche Winde durch Insolation, im Winter südliche durch verhinderte Ausstrahlung wärmer.

Die Minima werden weniger verändert, wie man sieht, weil im Sommer beim Wehen des combinirten Polarstroms und Westmeerwindes, im Winter beim Wehen des combinirten Polarstroms und Ostlandwindes ungefähr gleich häufig klarer und bedeckter Himmel vorhanden ist. In der Gegend

der Minima fallen sowohl im Winter als auch im Sommer planimetrisches (*b*) und arithmetisches (*a*) Mittel fast zusammen; in der Gegend des Maxima entfernen sich beide, im Sommer nähert sich ersteres der Curve für heitern, im Winter derselben für bedeckten Himmel. Man wird also, wenn man die wirkliche Wärme der Winde bestimmen will, der Wahrheit näher kommen, wenn man im Sommer bei bedecktem Himmel, im Winter bei klarem Himmel beobachtet.

Wollte man nach Analogie dieser Beobachtungen die Curven in Fig. 7 Taf. III für die Sommer- und Wintermonate so darstellen, wie sie seyn würden nach beseitigtem Einfluss der Himmelsbeschaffenheit, so würden sich dieselben etwa so gestalten, wie dies die punktirten Linien bei *b a* und *a'* angeben.

Die Wärme der Winde wird also durch die Beschaffenheit des Himmels modifizirt; beseitigt man den störenden Einfluss der letztern, so zeigt sich, dass im hohen Sommer die grösste Kälte etwa bei nordwestlichen, die grösste Wärme bei südöstlichen Winden herrscht, dass im hohen Winter dagegen die ostnordöstlichen Winde die kältesten, die westsüdwestlichen die wärmsten sind.

IV. Feuchtigkeit.

Die den Feuchtigkeitsbestimmungen zum Grunde liegenden Beobachtungen sind gleichfalls den Angaben der Vossischen Zeitung entnommen. Ich habe aber nicht einzeln für jede angegebene Beobachtung des trockenen und feuchten Thermometers den Wasserdampfdruck und daraus dann für die verschiedenen Winde die Mittel bestimmt, sondern *summarisch* aus den mittleren Temperaturen und den Unterschieden dieser und der mittleren Temperaturen des feuchten Thermometers für die verschiedene Jahreszeiten und Winde denselben berechnet. Ich wählte diese letztere Zeit sparende Methode, weil die Resultate da, wo ich probeweise nach beiden Methoden den Dampfdruck bestimmte, nicht bemerkenswerth differirten.

Die Unterschiede der Flächeninhalte des trocknen und feuchten Thermometers (Diff. J) für die verschiedenen Jahreszeiten waren im dreijährigen Mittel:

	SVV	VV	NVV	N	NO	O	SO	S	
Diff. J =	38	38	22	13	18	26	24	25	Herbst
	16	18	14	8	10	13	12	11	Winter
	31	35	38	44	38	26	34	29	Frühling
	48	59	48	39	42	41	35	33	Sommer

die Zeiten (T) wie beim Barometer angegeben.

$$\frac{326}{20} \times \frac{\text{Diff. } J}{T} \text{ in Réaumur Graden}$$

=	1,2°	1,1°	1,1°	1,1°	1,0°	0,9°	1,0°	1,1°	Herbst
	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	Winter
	1,3	1,2	1,3	1,5	1,4	1,2	2,0	1,8	Frühling
	1,6	1,5	1,6	2,0	2,2	2,1	2,0	1,8	Sommer

Die Temperaturen der Winde waren während derselben Zeit =

SVV	VV	NVV	N	NO	O	SO	S	
7,4°	7,2°	6,4°	6,1°	6,0°	5,8°	6,1°	7,0°	Herbst
3,4	1,4	-0,6	-2,7	-3,0	-1,8	-0,6	+1,7	Winter
6,2	5,0	4,2	3,6	4,0	4,3	6,4	7,1	Frühling
13,3	12,8	12,8	13,8	14,6	14,7	14,8	14,5	Sommer.

Aus obigen Differenzen und den eben angeführten Temperaturen sind dann nach den in Karsten's mechanischer Naturlehre enthaltenen Tabellen die Spannkkräfte des Wasserdampfes für die verschiedenen Winde bestimmt worden.

Es ergaben sich dieselben

im Herbst	=	3,06"	3,02"	2,80"	2,70"	2,78"	2,82"	2,85"	3,00"	d Fig. 9
im VVinter		2,37	1,98	1,62	1,36	1,32	1,47	1,70	2,04	a Fig. 9
im Frühling		2,59	2,43	2,20	1,99	2,06	2,22	2,34	2,60	c Fig. 9
im Sommer		4,95	4,80	4,72	4,85	5,02	5,13	5,32	5,27	b Fig. 9
Jahresmittel		3,15	3,02	2,66	2,43	2,39	2,47	2,61	3,03	

Das Minimum wandert im Sommer auf die westliche Seite der Windrose, im Winter auf die östliche, im Frühling und Herbst liegt es im Jahresmittel, nämlich in NNO. Ebenso rückt das Maximum im Sommer nach SO, im Win-

ter mehr nach West, und geht in den Aequinoctialjahreszeiten durch SSW, d. h. durchs Jahresmittel.

Ich gebe hier noch die dreijährigen Mittel der einzelnen Monate, um den Gang der Maxima und Minima im Laufe des Jahres deutlich verfolgen zu können.

Es war Diff. *J*

	SW	VV	NW	N	NO	O	SO	S
für September =	51	61	36	18	30	37	25	25
October	40	29	15	9	13	28	35	36
November	23	24	16	11	10	12	13	16
December	20	19	10	6	9	12	11	14
Januar	13	17	13	8	10	18	17	11
Februar	14	20	11	11	9	11	9	7
März	14	20	22	15	12	13	9	8
April	25	42	50	44	29	33	42	27
Mai	55	42	42	68	72	51	43	43
Juni	39	51	50	54	65	60	42	29
Juli	58	61	44	37	41	37	38	46
August	47	66	50	26	20	25	26	26

T (die Zeit) wie S. 113 angegeben.

$$\text{also } \frac{\text{Diff. } J}{T} \times \frac{326}{20}$$

für September =	1,5°	1,4°	1,4°	1,4°	1,7°	1,7°	1,6°	1,5°
October	1,1	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	1,1	1,2
November	0,8	0,9	0,9	0,9	0,5	0,3	0,5	0,8
December	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
Januar	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
Februar	0,6	0,7	0,6	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6
März	0,7	0,7	0,8	0,5	0,3	0,4	0,7	0,7
April	1,2	1,2	1,3	1,6	1,7	2,0	2,2	1,9
Mai	2,1	1,8	1,9	2,1	2,4	2,7	2,3	1,9
Juni	1,6	1,5	1,7	2,4	2,8	2,7	2,5	2,1
Juli	1,8	1,7	1,8	2,1	2,1	2,0	2,0	1,9
August	1,5	1,5	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

und danach die Spannkraft des Wasserdampfes berechnet

	SW	W	NW	N	NO	O	SO	S
für Sept. =	3,95"	3,83"	3,63"	3,83"	4,14"	4,12"	3,96"	3,95"
Oct.	3,16	3,12	2,76	2,52	2,85	2,89	2,97	3,07
Nov.	2,23	2,06	2,00	1,98	2,12	2,22	2,23	2,25
Dec.	2,81	2,65	2,04	1,34	1,39	1,51	1,80	2,59
Jan.	1,98	1,86	1,73	1,43	1,42	1,63	1,81	1,90
Febr.	1,42	1,39	1,34	1,23	1,15	1,19	1,22	1,32
März	2,12	2,02	1,72	1,62	1,64	1,66	1,69	1,98
April	2,53	2,40	2,12	1,98	1,98	2,09	2,17	2,37
Mai	3,27	3,26	3,04	3,07	3,05	3,24	3,61	3,58
Juni	4,72	4,54	4,28	4,28	4,51	4,75	4,97	4,88
Juli	5,06	5,00	4,97	5,50	5,69	5,75	5,63	5,40
Aug.	5,03	4,84	4,76	5,08	5,10	5,10	5,40	6,00

In den kältesten Monaten erreicht das Minimum die größte östliche, in den wärmsten die größte westliche Ablenkung, ähnlich wie das Minimum des Thermometers. Zu der Zeit der Aequinoctien geht es durchs Jahresmittel.

V. Druck der trockenen Luft.

Zieht man den Dampfdruck vom Druck der Luft überhaupt ab, so erhält man als Werthe des Drucks der trocknen Luft für die verschiedenen Winde:

27" +

SW	W	NW	N	NO	O	SO	S
8,8"	9,7	11,0	12,0	11,7	11,5	10,4	8,5 H. d Fig. 10
9,8	10,1	10,5	10,8	11,8	11,8	11,0	10,0 W. a Fig. 10
9,0	10,1	11,4	12,0	12,0	11,3	10,1	8,8 Fr. c Fig. 10
7,9	8,3	9,0	9,2	8,7	8,1	7,2	7,0 S. b Fig. 10
9,0	9,6	10,6	11,3	11,4	11,1	10,1	8,8

Die nach diesen Werthen entworfenen Curven, folgen denen des Barometers.

Wie dort finden auch hier, entsprechend den Combinationen des wechselnden Landmeerwindes mit der Pol-Aequatorströmung, dieselben Oscillationen der Maxima und Minima ums Jahresmittel statt.

VI. Niederschlag.

Diē Zeit, wo der Himmel heiter war, wo es bewölkt war und wo es regnete oder schneite, wurde möglichst genau angegeben durch fortlaufende Linien, die durch ihre Zeichnung die verschiedenen Zustände des Himmels erkennen ließen, Ich konnte auf solche Weise leicht die Zeiten des heiteren Himmels etc. mit dem Abscissenlineal des Planimeters messen.

Im zweijährigen Mittel (Sept. 53 bis Sept. 55) war die Zeit (t), während welcher der Himmel heiter,

SVV VV NWV N NO O SO S

$t = 23,5 \ 34,0 \ 35,2 \ 33,0 \ 39,5 \ 48,6 \ 40,6 \ 23,0$ Sommerhalbjahr

$20,3 \ 28,1 \ 30,8 \ 34,5 \ 46,1 \ 47,6 \ 33,1 \ 20,2$ Winterhalbjahr.

Die Zeit (t), während welcher Regen oder Schnee etc. fiel,

SVV VV NWV N NO O SO S

$t = 24,4 \ 28,5 \ 15,0 \ 4,5 \ 3,4 \ 5,3 \ 7,1 \ 11,6$ Sommerhalbjahr

$20,8 \ 22,6 \ 15,2 \ 11,6 \ 12,1 \ 6,8 \ 5,7 \ 11,7$ Winterhalbjahr

Die Zeitdauer der verschiedenen Winde (T) überhaupt war aber

SVV VV NWV N NO O SO S

$T = 189 \ 225 \ 156 \ 94 \ 112 \ 146 \ 128 \ 122$ Sommerhalbjahr

$161 \ 195 \ 163 \ 144 \ 153 \ 142 \ 106 \ 102$ Winterhalbjahr.

Berechnet man nun, indem man die Zeit, wo SVV Wind etc. wehte, gleich 100 setzt, wie viel Procente dieser Zeit heiterer Himmel war, wie viel es regnete etc., so erhalten wir folgende Zahlen:

Es war heiter während

SVV VV NWV N NO O SO S

$12 \ 15 \ 23 \ 35 \ 35 \ 33 \ 31 \ 19$ Sommerhalbjahr *d* Fig. 11

$13 \ 14 \ 19 \ 24 \ 30 \ 34 \ 31 \ 20$ Winterhalbjahr *c* Fig. 11

Procent der Zeit, es regnete (hagelte, schneite) während

SVV VV NWV N NO O SO S

$13 \ 13 \ 10 \ 5 \ 3 \ 4 \ 6 \ 20$ Sommerhalbjahr *f* Fig. 11

$13 \ 12 \ 9 \ 8 \ 8 \ 5 \ 5 \ 11$ Winterhalbjahr *e* Fig. 11

Procent der Zeit, während welcher überhaupt der betreffende Wind wehte.

Maximum des heiteren Himmels, und Minimum des Regens (Schnees) so wie Minimum des ersteren und Maximum des letzteren fallen zusammen.

Beides ist im Winterhalbjahr mehr nach Osten, im Sommer mehr nach Westen zu gewandt, entsprechend dem barometrischen Maximum und dem Gange der übrigen meteorologischen Instrumente.

Die Summe der Zeitprocente heiteren Himmels und Regens abgezogen von 100 giebt natürlich die Procente der Zeiten, wo der Himmel bewölkt war.

Man erhält sonach für bewölkten Himmel (Wolken, bewölkt, bedeckt)

SW VV NW N NO O SO S	
im Sommerhalbj. 75 72 67 60 62 63 63 71	b Fig. 11
im Winterhalbj. 73 74 72 68 62 61 64 69	Proc. a Fig. 11

Die nach diesen Werthen construirten Curven gehen etwa parallel den Regencurven und entgegengesetzt denen des heitern Himmels. Ihre Minima sind im Sommer westlich im Winter östlich vom Jahresmittel abgelenkt.

Im Jahresmittel bringt der NNO Polarstrom das heiterste Wetter, durch die Einwirkung des Land-Meerwindes werden im Sommer Nordwinde, im Winter mehr östliche die heitersten.

VII. Die Geschwindigkeit der Winde.

Die Geschwindigkeit der Winde habe ich täglich zu verschiedenen Malen gemessen am Rauche, der aus dem Kamin einer Fabrik emporstieg, die vor meinem Fenster gelegen. Für die Fälle, wo die Richtung des dahinziehenden Rauches sich der Linie näherte, die man sich gezogen denkt vom Schornstein zum Beobachtungsort, benutzte ich eine ganz in der Nähe des ersteren gelegene Windmühle, nachdem ich die Umdrehungsgeschwindigkeit ihrer Flügel genau mit der Rauchgeschwindigkeit verglichen hatte.

Diese Beobachtungen umfassen den Zeitraum von zwei Jahren (1. Juli 54 — 56).

Für das Jahr 1854 Sept. bis 1855 Sept. war

	SW	W	NW	N	NO	O	SO	S
$T =$	193	218	158	103	104	114	124	145
$J =$	213	235	158	97	107	110	109	139
also $\frac{J}{T} =$	111	108	100	94	103	96	88	96

Der Reductionsfactor für Fuß pro Sekunde ist $\frac{562}{60}$

$$\text{also } \frac{J}{T} \times \frac{562}{60} =$$

SW	W	NW	N	NO	O	SO	S
11,9'	11,6'	10,7'	10,0'	11,0'	10,2'	9,4'	10,2'

pro. Sek.

Die hiernach entworfene Curve hat zwei Maxima, eins in WSW, eins in NO, letzteres offenbar dem Polar-, ersteres dem Aequatorialstrom angehörig.

Stellen Fig. 3 Taf. III die Linien SW W NW N NO O SO S die Massen der sich in südwestlicher, westlicher, nordwestlicher etc. Richtung bewegenden Luft dar, so werden *ab* und *de* die Massen des Theils der von NO und NW herwehenden Luft darstellen, der *rein nördliche* Richtung hat. Es ist aber $ab = \sqrt{\frac{1}{2}} \times NO$, ebenso $de = \sqrt{\frac{1}{2}} \times NW$. Die Masse der rein nördlich wehenden Luft ist $= de + N + ab = (\sqrt{\frac{1}{2}} \times NW) + N + (\sqrt{\frac{1}{2}} \times NO)$. Desgleichen die Masse der rein südlich fliessenden Luft $= S + (\sqrt{\frac{1}{2}} \times SW) + (\sqrt{\frac{1}{2}} \times SO)$.

Nun werden die relativen Massen unmittelbar dargestellt durch die Inhalte (*J*) der bezüglichen graphischen Zeichnungen, wie sie oben mitgetheilt sind. Substituirt man die dort angegebenen Werthe, so erhält man die Masse der rein nördlich wehenden Luft

$$J = (\sqrt{\frac{1}{2}} \times 158) + 97 + (\sqrt{\frac{1}{2}} \times 107) = 285.$$

Eben so die Menge der rein südlich wehenden Luft

$$J = (\sqrt{\frac{1}{2}} \times 109) + 139 + (\sqrt{\frac{1}{2}} \times 213) = 367.$$

Um die Geschwindigkeit nördlicher oder südlicher Luft zu bestimmen, müssen diese Summen dividirt werden durch die Summen der betreffenden Zeiten, während welcher also in einem Falle nördliche Winde (NW, N, NO) im andern

Falle südliche (SW, S und SO) geweht haben. Nach den S. 122 angegebenen Werthen hat man also die Geschwindigkeit nördlicher Luft

$$\frac{J}{T} = \frac{285}{103 + 158 + 104} = 78$$

und auf Fuſs pro Sekunde reducirt durch den Factor $\frac{562}{60}$

$$\frac{J}{T} \times \frac{562}{60} = 8,3' \text{ pro Sek.}$$

Ebenso die Geschwindigkeit südlicher Luft

$$\frac{J}{T} = \frac{367}{145 + 193 + 124} = 79 \text{ und}$$

$$\frac{J}{T} \times \frac{562}{60} = 8,4' \text{ pro Sek.}$$

d. h. die vom Aequator zum Pol hinströmende Luft bewegt sich mit derselben Geschwindigkeit, wie die zum Aequator strömende, wie sich diſs nicht anders erwarten läſt.

Berechnet man in derselben Weise die Geschwindigkeit der westlich und der östlich flieſsenden Luft, so erhält man für erstere den Werth von

$$\frac{235 + (\sqrt{\frac{1}{2}} \times 213) + (\sqrt{\frac{1}{2}} \times 158)}{218 + 193 + 158} \times \frac{562}{60} = 9,3' \text{ pro Sek.}$$

für letztere (östliche) den Werth von

$$\frac{110 + (\sqrt{\frac{1}{2}} \times 107) + (\sqrt{\frac{1}{2}} \times 109)}{114 + 104 + 124} \times \frac{562}{60} = 8,2' \text{ pro Sek.}$$

d. h. die westlich flieſsende Luft bewegt sich im Mittel geschwinder, als die östlich flieſsende (in dem angegebenen Zeitraum um 1,1' pro Sek.)

Aehnliche Resultate ergaben die Beobachtungen während der Zeit von zwei Jahren (1. Juli 1854 bis 1. Juli 1856).

Es war hier

SW	W	NW	N	NO	O	SO	S
T = 184	208	153	110	117	125	129	141
J = 221	246	165	115	135	131	121	147

daher die Geschwindigkeit nördlicher Luft

$$= \frac{562}{60} \times \frac{115 + (\sqrt{\frac{1}{2}} \times 165) + (\sqrt{\frac{1}{2}} \times 135)}{110 + 153 + 117} = 9,2' \text{ pro Sek.}$$

und die Geschwindigkeit der südlichen Luft

$$= \frac{562}{60} \times \frac{147 + (\sqrt{\frac{1}{2}} \times 221) + (\sqrt{\frac{1}{2}} \times 121)}{141 + 129 + 184} = 9,2' \text{ pro Sek.}$$

die Geschwindigkeit der westlichen Luft

$$= \frac{562}{60} \times \frac{246 + (\sqrt{\frac{1}{2}} \times 221) + (\sqrt{\frac{1}{2}} \times 165)}{208 + 184 + 153} = 10,2' \text{ pro Sek.}$$

die Geschwindigkeit der östlichen Luft

$$= \frac{562}{60} \times \frac{131 + (\sqrt{\frac{1}{2}} \times 135) + (\sqrt{\frac{1}{2}} \times 121)}{125 + 117 + 129} = 9,0' \text{ pro Sek.}$$

Die mittlere Geschwindigkeit der Winde in diesem Zeitraume ist überhaupt eine grösere, aber gleichwohl bewegen sich nördliche und südliche Luft gleich schnell, westliche um 1,2' pro Sec. schneller als die östliche.

Die Ursache dieses Vorwiegens westlicher Winde in Bezug auf Geschwindigkeit ergiebt sich aus Folgendem:

Eine aufmerksame Beobachtung des Wolkenzuges macht es unzweifelhaft, dass die Winde überwiegend von oben her einander verdrängen. Der Wolkenzug, der Richtung des obern ablenkenden Stroms, mehr aber noch dem feuchteren Winde folgend, ist dem untern mehrentheils im Sinne der Ablenkung voraus entweder nach rechts oder nach links, meist aber nach rechts (im Sinne des Drehungsgesetzes) und wie die Wolken oben ziehen, so wird sich unterhalb der Wind drehen. Da wo der trockene Polarstrom von oben her ablenkt, ist der Wolkenzug mehr dem unteren feuchteren Winde folgend, ein wenig nördlicher, wie der unten herrschende Wind, bis ersterer etwa in nordöstlicher Richtung wehend unten angelangt. Nun verkünden oft hoch am Himmel in südwestlicher Richtung ziehende Wölchen den oben herrschenden Aequatorialstrom. Wenn dieser hier wiederum den untern Polarstrom von oben her verdrängt, so schliesst sich der Wolkenzug mehr dem oberen feuchteren Südwestwinde an, während unten sich der Wind durch O, SO und S dreht; bis wieder der Aequatorialstrom in südwestlicher Richtung angelangt. Manchmal, jedoch seltener, lassen nun nordöstlich ziehende Wolken erkennen, dass oben der Polarstrom vor-

handen, aber er verräth sich sogleich wieder, sobald er anfängt herabzusteigen, wo alsdann der Wolkenzug dem unteren sich nunmehr durch W, NW und N drehenden Winde immer um etwas vorangeht. Was hier gesagt, geht aus den folgenden Beobachtungen, die ich deshalb angestellt, hervor. In der Tabelle ist angegeben, wie oft bei einem bestimmten Winde die Wolken in dieser oder jener Richtung gezogen. Die Summe der Beobachtungen ist 613; sie sind in allen Jahreszeiten meist an verschiedenen Tagen angestellt, immer aber nur dann, wenn der Wind seine Richtung inzwischen verändert hatte.

Wolkenzug.										
	SW	W	NW	N	NO	O	SO	S		
Windrichtung	S	40	14	2	.	.	1	4	9	S
	SW	19	51	10	1	3	3	2	7	SW
	W	11	46	44	11	1	3	6	3	W
	NW	4	7	17	18	5	2	5	1	VW
	N	5	5	4	12	17	5	4	4	N
	NO	19	3	1	3	6	16	7	6	NO
	O	25	13	3	2	4	11	7	10	O
	SO	39	11	2	1	2	1	3	12	SO
	SW	W	NW	N	NO	O	SO	S		

Unter diesen 613 Beobachtungen war der Wolkenzug dem untern Winde im Sinne der Drehung voraus: 358 Mal
in entgegengesetztem Sinne: 83 »
Wolken und Wind in entgegengesetzter Richtung: 49 »
» » in gleicher Richtung 123 »
Summa 613

Man sieht ferner

bei Südwind ist am häufigsten der Wolkenzug SW

SWwind	»	»	»	W
Wwind	»	»	»	NW
NWwind	»	»	»	N
Nwind	»	»	»	NO

nun aber bei

NOwind	»	»	»	SW
Owind	»	»	»	SW
SOwind	»	»	»	SW
Swind	»	»	»	SW

Lesen wir von oben herunter, so findet sich bei SW Wölkenzug am häufigsten unter Südwind, bei W Wolken unter SW Wind, bei Wolken

aus NW unten Wind aus W

» N	»	»	»	NW
» NO	»	»	»	N
» O	»	»	»	NO
» SO	»	»	»	O
» O	»	»	»	SO

Auch auf einem ganz anderen Wege gelangt man zu demselben Resultate.

Bestimmt man die mittleren Barometerstände bei SW, W, NW etc. Wölkenzuge, und andrerseits dieselben der Winde, die während derselben Beobachtungszeit unten wehten, so werden für den Fall, daß Wolken und Wind durchschnittlich gleich gerichtet sind, beide Curven parallel gehen: ist aber bei NNO Wind oben durchschnittlich ONO Wölkenzug, so wird, falls das Maximum des Barometerstandes bei NNOWinden einträtte, das Maximum desselben für den Wölkenzug in ONO gelegen seyn müssen. Wäre ebenso das Minimum des Barometers bei SSW Winden und herrschte durchschnittlich oben dann WSW Wölkenzug, so würde das Minimum für den Wölkenzug in WSW gelegen seyn müssen. Kurz ist der Wölkenzug den Winden im Sinne der Drehung um ein Gewisses vor-aus, so muß die barometrische Curve des Wölkenzuges gegen die der unteren Windrichtung um ebenso viel im Sinne der Drehung verschoben seyn.

Ich habe in dieser Beziehung Untersuchungen ange-stellt, und gelangte zu folgenden Resultaten: Es waren die Barometerstände

$= 27'' +$							
SW	W	NW	N	NO	O	SO	S
11,6''	12,0''	12,7''	13,8''	14,3''	14,0''	13,1''	12,0
11,2	11,8	12,9	13,5	13,3	12,4	11,6	11,1

Wölkenzug Fig. 5 a
Wind Fig. 5 b

In der That ist die Wolkencurve gegen die Windcurve um etwas weniger als $\frac{1}{2}$ Drehung nach rechts verschoben,

zum Beweis, dass bei der Drehung der Winde die oberen Wolkenführenden den untern im Sinne der Drehung vorausgehen, dass die Ursache der Drehung also von oben herab wirkt, dass mit anderen Worten die unteren Winde von oben her abgelenkt werden¹⁾.

Nun hat aber die Luft der höheren Regionen eine grössere Drehungsgeschwindigkeit in der Richtung von West nach Ost, als die der tiefen. Ein ruhendes Lufttheilchen der oberen Luftsichten würde, nachdem es sich herabgesenkt, auf der Erdoberfläche in westlicher Richtung fortschreiten, indem es derselben bei ihrer Drehung von West nach Ost vorausseilt, um so viel, wie es oben schneller sich bewegte, wie ein Punkt der Erdoberfläche. Hatte das Lufttheilchen oben ursprünglich irgend westliche Bewegung, so wird dieselbe beim Herabsinken relativ zur Erdoberfläche beschleunigt, hatte es aber östliche Bewegung, so wird sie verzögert, hatte es südliche oder nördliche Bewegung, so wird dieselbe beim Herabsinken etwas südwestlich oder nordwestlich werden. Daraus folgt, dass im Ganzen die westliche Luft unten schneller strömen muss, als die östliche; dass auch der Zeit nach westliche Winde vorherrschen müssen.

Wo nun oberer und unterer Strom in verschiedenen Richtungen ruhig über einander fließen, stellen die fernen Niederschläge (Schäfchen, Wölkchen, Cirrus, schraffirte Wölkchen etc.) offenbar die sichbare Gränze zwischen beiden dar. Ihr Zug folgt dem feuchteren Winde, indem sie niedergeschlagen werden, ihre oft so regelmässige Furcung, Streifung deutet auf die Richtung der einen oder andern oder beider Strömungen hin. Die Höhe dieser feinen Niederschläge, vielfachen Beobachtungen zufolge eine Meile oft weit übersteigend, gewährt demnach Anhaltpunkte

1) Da in der Region der veränderlichen Winde auf der südlichen Halbkugel dem Dove'schen Drehungsgesetze zufolge der Wind sich umgekehrt wendet, wie bei uns (links herum), so wird dort voraussichtlich auch der Wolkenzug in diesem Sinne dem untern Winde vorangehen. Dem entsprechend werden dort die Beobachtungen eine Verschiebung der barometrischen Volkencurve gegen die Windcurve nach links ergeben müssen.

für die Höhe, aus welcher die obere Strömung herabsinkt. Die Länge eines Parallelgrades der Erde für Berlin beträgt 34833,438 Toisen (Mädler Astron. 1841, S. 24). Ein Punkt der Erdoberfläche durchläuft diese Strecke in 240 Sekunden, legt also 145,14 Toisen = 901 Fuß in einer Sekunde zurück, bei einer Entfernung von 860 Meilen vom Erdezentrum. Nimmt man die Höhe der feinen Wölkchen d. h. die Region, aus welcher die obere Luft herabsinkt, zu 30,000 Fuß an, so wird ein Lufttheilchen in dieser Höhe während einer Sekunde einen Raum durchlaufen, der um so viel gröfser ist als 901 Fuß, wie die Entfernung vom Mittelpunkt (860 Meilen + 30,000 Fuß) gröfser ist als der Erdhalbmesser (860 Meilen). Es wird 902,2 Fuß in einer Sekunde zurücklegen, also wird die Luft der oberen Schichten in dieser Höhe bei der Erdrotation sich um $902,2 - 901 = 1,2$ Fuß schneller bewegen, als unten unmittelbar über der Erdoberfläche. Um 1,2 Fuß würde also die obere Luft, nachdem sie herabgesunken, gegen die Erdoberfläche nach Westen zu vorausseilen. Hatte die Luft oben schon an und für sich eine Bewegung in östlicher oder westlicher Richtung, so wird also erstere um 1,2' pro Sekunde beim Herabsinken verzögert, letztere um ebensoviel beschleunigt. Die Differenz der Geschwindigkeit östlicher und westlicher Winde müfste demnach 2,4' pro Sekunde betragen.

In den gröfseren Mitteln würde diese Differenz nur dann diesen Werth erhalten, wenn die Winde sehr häufig wechselten und mit grofser Geschwindigkeit herabstiegen. Da dies aber nicht in dem Grade der Fall ist, so wird sich die herabsinkende Luft mehr oder weniger der langsameren Bewegung der unteren Regionen accommodiren und es ist deshalb von vornherein anzunehmen, dass die beobachtete Differenz *kleiner* seyn wird, als die oben angegebene. Die Beobachtung ergiebt nun, dass die Differenz 1,2' pro Sekunde beträgt, also etwa die Hälfte.

Aus der Rotation der Erde und dem Herabsinken der Winde von oben erklärt sich demnach vollständig die grö-

fsere Geschwindigkeit der westlichen Winde, und es ist ganz unzweifelhaft, dass diese beiden Umstände die wahre und einzige Ursache des Vorherrschens westlicher Winde der Geschwindigkeit und der Zeit nach seyen. —

Um den Zusammenhang zwischen Windgeschwindigkeit und Barometerstand übersehen zu können, nehme ich noch eine Reihe von Beobachtungen zur Hülfe, die während der Zeit vom 1. März 1854 bis 1. Juli 1854 angestellt wurden. Dieselben beruhen nicht auf direkten Messungen, sondern auf möglichst genauen Schätzungen nach dem Gange einer Windmühle.

Im 2jährigen Mittel (1. März 1854 bis 1856) war nun

SW	VV	NW	N	NO	O	SO	S
T = 180	207	159	114	112	124	130	137
J = 213	240	166	110	117	118	115	142

$$\frac{J}{T} \times \frac{562}{60} = 12,6' \ 12,4' \ 11,1' \ 10,3' \ 11,1' \ 10,2' \ 9,4' \ 11,0'$$

pro Sekunde (Fig. 12 b).

Für denselben Zeitabschnitt ist der Inhalt der durch die Barometercurven begrenzten Flächen

$$J = 578 \ 706 \ 580 \ 430 \ 418 \ 441 \ 433 \ 429$$

$$\frac{J}{T} = 321 \ 340 \ 365 \ 377 \ 373 \ 356 \ 332 \ 312$$

daher der Barometerstand reducirt auf Zoll und Linien

$$\frac{J}{T} \times \frac{330}{12} = 27'' +$$

$$11,7'' \ 12,4'' \ 13,3'' \ 13,7'' \ 13,6'' \ 12,9'' \ 12,1'' \ 11,3'' \text{ Fig. 12 a.}$$

Vergleicht man diese die zweijährigen Mittel darstellenden Curven der Windgeschwindigkeit und des Barometers miteinander, so bemerkt man

- 1) das die Maxima der Windstärke in WSW und NO gelegen im Sinne des Drehungsgesetzes verschoben sind gegen die barometrischen Extreme (SSW und NNO);

- 2) das das Aequatorialmaximum der Windstärke *mehr* gegen das barometrische Minimum verschoben ist,

wie das Polarmaximum gegen das barometrische Maximum;

3) dass das Aequatorialmaximum der Windstärke grösser ist, als das Polarmaximum.

Die Verschiebung der Windstärkemaxima gegen die barometrischen Extreme oder was dasselbe ist, gegen die Richtung der beiden Hauptströmungen (Polar-Aequatorialstrom) erklärt sich aus dem Beharrungsvermögen der Luftmassen.

Wenn z. B. der Aequatorialstrom bei tiefstem Barometerstande in der ihm eigenthümlichen Richtung (SSW) unten anlangt, so hat er auf seinem Wege dahin fortwährend relativ ruhigere Luftmassen in Bewegung setzen müssen und daher selbst noch nicht die ihm eigenthümliche grösste Geschwindigkeit erlangen können. Ist aber alles in Bewegung gesetzt, ist das Maximum der Geschwindigkeit eingetreten, so hat bereits die Einwirkung der dem Polarstrom angehörigen Luftmassen von obenhin begonnen, das Barometer hat dies bereits durch sein Steigen angezeigt, der Wind ist schon etwas gewendet.

Wie der Aequatorialstrom gleich nachdem das Barometer den tiefsten Stand verlassen hat, und er selbst schon etwas gewendet ist, — am stärksten weht, so entfaltet auch der Polarstrom aus dem nämlichen Grunde seine grösste Stärke, nachdem das Quecksilber bereits den höchsten Stand verlassen und er selbst ein wenig abgelenkt ist.

Dies geschieht bei jedem Sturm, dies zeigt sich in allen Monatsmitteln, in den Mitteln eines und mehrerer Jahre. In den Mitteln kleinerer Zeiträume findet die Verschiebung *nicht immer, aber doch vorwiegend* im Sinne des Drehungsgesetzes statt, wie die Drehung der Winde selbst vorwiegend, aber nicht stets nach rechts hin stattfindet.

Die vorher unter 2 und 3 angeführten Erscheinungen erklären sich einfach aus der Wirkung der Erdrotation. Wenn in Figur 4 *ac* die Richtung des Polar- und *bc* die des Aequatorialstroms andeutet, so wird wegen des Beharrungsvermögens der Luft der erstere etwa in der

Richtung des Pfeils fc , der letztere ihm gegenüber in der Richtung des Pfeils gc seine grösste Stärke erreichen.

Da die ursprünglichen Geschwindigkeiten dieser Ströme sich gleich sind, so werden sie dargestellt durch die Radien fc und gc .

Beim Aequatorialstrom stellt kc die Geschwindigkeit der rein *westlich*, ic die der rein *südlich* fließenden Luft dar. Beim Polarstrom stellt ebenso nc die Geschwindigkeit der rein *östlich*, hc die der rein *nördlich* fließenden Luft dar. Wegen der gröfseren Umdrehungsgeschwindigkeit der oberen Luftmassen erhalten sie beim Herabsinken westliche Beschleunigung, die Geschwindigkeit der westlichen Luft kc vergrößert sich (etwa um km), die der östlichen Luft vermindert sich (etwa um ln), während südliche und nördliche Luft dieselbe Stärke behalten. Stellt nun in dieser Weise mc die vermehrte Geschwindigkeit westlicher, lc die verminderte der östlichen Luft, ic und hc wie vorher die Intensität südlicher und nördlicher Luft dar, so wird die Resultante ec Richtung und Geschwindigkeit des Aequatorialstroms, dc dieselbe des Polarstroms darstellen. Durch die Rotation der Erde und das Ablenken der Winde von obenher wird also bewirkt, dass sich die Maxima der Windgeschwindigkeit dem Westen nähern, und da das Polarmaximum fc nach dem Drehungsgesetz auf der *östlichen* Seite des barometrischen Maximum (ac), das Aequatorialmaximum gc auf der *westlichen* Seite des barometrischen Minimum (bc) gelegen, so nähert sich ersteres (nach dc gehend) der ursprünglichen Richtung des Polarstroms und entfernt sich letzteres (nach ec gehend) von der ursprünglichen Richtung des Aequatorialstroms. Zugleich wird die Geschwindigkeit des letzteren vergrößert, wie ec grösser ist als gc , die des Polarstroms vermindert (wie dc kleiner ist als cf) gerade wie die Beobachtungen dies unverkennbar zeigen. —

In Folge der Einwirkung des jährlich wechselnden ost-westlichen Landmeerwindes auf die Polar-Aequatorialströmung ist nun die letztere periodischen Änderungen un-

terworfen. Der Polarstrom bewegt sich im Jahresmittel von NNO nach SSW, der Aequatorialstrom von SSW nach NNO; im *Winter* wird, wie anfangs angegeben, die Richtung des ersten mehr östlich, die des letzteren mehr westlich; im *Sommer* dagegen die Richtung des ersten etwa nördlich, die des Aequatorialstroms etwa südlich, analog der Lage der barometrischen Extreme.

Die Maxima der Windstärke werden dem entsprechend im Winter und im Sommer ebenfalls verschiedene Lage haben müssen. Die Beobachtungen (Juni 1854 bis Juli 1856) ergeben in dieser Hinsicht Folgendes.

Es war im 2jährigen Mittel

für SWV WV NNV N NO O SO S

T =	171	228	216	155	101	75	85	113	Sept.	54 — 55
	256	162	57	26	60	139	220	266	Oct.	
	169	209	142	109	150	142	114	115	Nov.	
	254	226	110	59	84	100	145	208	Dec.	
	167	201	145	83	119	179	162	130	Jan.	55 — 56
	158	199	139	97	135	160	111	89	Febr.	
	132	211	184	141	161	171	116	70	März	
	152	196	175	156	136	115	111	107	April	
	181	173	134	138	139	115	138	165	Mai	
	192	210	170	118	105	102	106	143	Juni	
	186	204	157	134	123	92	126	163	Juli	54 — 55
	188	272	203	97	85	109	119	117	Aug.	
	199	200	138	97	104	119	140	165	Herbst	54 — 55
	193	209	131	80	113	146	139	143	Winter	
	155	193	164	145	145	134	122	114	Frühl.	55 — 56
	189	229	177	116	104	101	117	141	Sommer	54 — 55
	174	201	148	113	129	140	130	128	Winterhalbjahr	
	194	214	158	107	104	110	128	153	Sommerhalbjahr	
	184	208	153	110	117	125	129	141	Jahr	
J =	171	227	190	122	74	51	59	94	Sept.	
	330	198	53	16	44	114	210	309	Oct.	
	183	226	154	140	212	165	98	115	Nov.	
	373	351	160	61	89	93	153	270	Dec.	

SVV	VV	NW	N	NO	O	SO	S	
216	260	165	83	130	183	163	129	Jan.
197	246	159	116	190	199	105	88	Febr.
166	253	202	161	227	246	141	78	März
202	258	210	187	182	140	108	117	April
236	221	164	192	222	150	128	186	Mai
221	247	207	139	111	101	112	165	Juni
168	190	129	93	83	63	81	115	Juli
183	275	186	69	54	72	88	95	Aug.
228	217	132	93	110	110	122	172	Herbst
262	286	161	87	136	158	140	162	Winter
201	244	192	180	210	179	126	127	Frühl.
191	237	174	100	83	79	94	125	Sommer
231	265	176	133	172	168	133	145	Winterhalbjahr
210	227	153	96	96	94	108	149	Sommerhalbjahr
221	246	165	115	135	131	121	147	Jahr.

Hieraus ergeben sich die Geschwindigkeiten $\frac{J}{T}$ durch
 Multiplication mit dem Factor $\frac{562}{60}$ auf Fuß pro Sekunde
 reducirt:

$\frac{J}{T} \times \frac{562}{60} =$							
SVV	VV	NW	N	NO	O	SO	S
10,7'	10,6'	9,4'	8,4'	7,8'	7,2'	7,5'	8,9'
13,8	13,0	9,9	6,5	7,8	8,7	10,1	12,4
11,6	11,6	11,6	13,7	15,1	12,4	9,2	10,7
15,7	16,6	15,6	11,1	11,3	9,9	11,2	13,9
13,9	13,8	12,2	10,7	11,7	10,9	10,8	10,6
13,2	13,2	12,3	12,8	15,0	13,2	10,1	10,8
13,2	12,8	11,8	12,2	15,0	15,1	13,0	11,8
14,2	14,1	12,8	12,8	14,3	13,0	10,4	11,7
14,0	13,7	13,0	14,9	17,0	14,0	9,9	12,1
12,3	12,6	13,0	12,6	11,3	10,6	11,3	12,3
9,6	9,9	8,8	7,4	7,2	7,4	6,8	7,6
10,3	10,8	9,8	7,6	6,8	7,1	7,9	8,7

SW	W	NW	N	NO	O	SO	S	
12,3	11,6	10,2	10,2	11,4	9,9	9,3	11,1	Herbst
14,5	14,6	13,1	11,7	12,8	11,6	10,8	12,2	Winter Fig. 13 a
13,9	13,4	12,5	13,2	15,4	14,3	11,1	12,0	Frühling
10,8	11,1	10,5	9,2	8,5	8,3	8,5	9,5	Sommer Fig. 13 b
14,1	14,1	12,7	12,6	14,3	12,8	10,9	12,1	Winterhalbjahr
11,6	11,3	10,4	9,6	9,8	9,2	9,1	10,4	Sommerhalbjahr
12,8	12,6	11,6	11,1	12,3	11,2	10,0	11,1	Jahr.

Im Jahresmittel wehen nördöstliche und westsüdwestliche Winde am stärksten, in der kälteren Jahreshälfte rücken die Maxima der Windgeschwindigkeit mehr nach Osten und Westen zu, in der wärmeren mehr nach Nord- und Südwest zu.

Das Aequatorialmaximum bleibt während des ganzen Jahres wegen der Erdrotation dem Westen genähert. Das Polarmaximum macht eine gröfsere Schwankung, erreicht im Frühjahr, wenn verstärkter Polarstrom (siehe weiter unten) vorwiegend unten fließt, und also die Erdrotation den geringsten Einfluss ausübt, die grösste östliche Ablenkung, im Sommer, wo die Polarwinde fast täglich von neuem herabfallen, wo also die Erdrotation den grössten Einfluss ausübt — die grösste westliche Ablenkung, so dass in dieser Jahreszeit Polar- und Aequatorialmaximum zusammenfallen und die Curve der Windgeschwindigkeit nur ein zwischen den barometrischen Extremen gelegenes Maximum zeigt.

Da ferner im Winter der Ost-Landwind mit dem etwa nordnordöstlichen Polarstrom theilweise parallel, im Sommer der West-Meerwind demselben zum Theil entgegen weht, vergleiche Fig. 1 und 2, so wird die resultirende Geschwindigkeit der Circulation im Winter eine gröfsere seyn, als im Sommer. Die oben mitgetheilten Geschwindigkeiten im Winter und Sommer lassen dies Verhältniss gleich erkennen.

Danach wehen im Winter

die SW	W	NW	N	NO	O	SO	S	Winde.
um 3,7'	3,5'	2,6'	2,5'	4,3'	3,3'	2,3'	2,7'	

pro Sekunde schneller als im Sommer.

Eine ähnliche moussonartige Strömung, wie sie zwischen dem östlichen Lande und dem westlichen Meere besteht, lässt sich andererseits auch zwischen dem südlich gelegenen Lande und den Wassermassen des nördlich von uns befindlichen Polarmeeres vermuten. Wenn die warmen Meereströmungen und die im Sommer höher stehende Sonne das Polarmeer allmählig gegen Ende dieser Jahreszeit möglichst erwärmt haben, so wird zu dieser Zeit und vorzugsweise im Herbst ein Zeitpunkt eintreten, wo das südlich von demselben gelegene Land durch die schon schräger einfallenden Sonnenstrahlen stärker erkaltet, als das nördliche Meer. Alsdann wird sich die Luft vom kälteren Lande her in Bewegung setzen, zum warmen nördlichen Meer hinströmen, dort aufsteigen und oben wieder nach Süden zukehren. Nun erkaltet aber bei zunehmendem Winter das Eismeer immer mehr und mehr, die großen sich bildenden Eismassen begünstigen die Erkaltung und wenn endlich am Ende des Winters die Temperatur des Meeres am tiefsten gesunken, zudem aber das südlichere Land schon durch die größere Einwirkung der Sonnenstrahlen sich erwärmt, dann hat der Gegensatz in der Temperatur den höchsten Grad erreicht, und es wird sich nun die Luft vom kälteren Eismeer nach Süden zu bewegen, zum wärmeren Lande, hier aufsteigen und oben wiederum nach Norden zurückkehren.

Vergleichen wir hiermit die dreijährigen Mittel der Zeiten, so finden wir in der That N und NO Winde im Frühling, S und SW Winde im Herbst vorherrschend, und umgekehrt S und SW Winde im Frühling am seltensten, desgleichen N und NO Winde im Herbst.

Die Zeit während welcher N und NO Winde wehten war nämlich

im Herbst	182	Minimum
im Winter	219	

im Frühling	350	Maximum
im Sommer	232.	

Die Zeit, während welcher S und SW Wind herrschte, war

im Herbst	335	Maximum
im Winter	296	
im Frühling	239	Minimum
im Sommer	298	

Da nun der Pol-Aequatorstrom das Jahr hindurch immer dieselbe Richtung hat, der Polarmeer-Landwind in Jahresfrist wechselnd, einmal in derselben, einmal in entgegengesetzter Richtung weht, dabei aber dem ersten natürlich untergeordnet ist, so wird sich als Combination beider ein abwechselndes Stärker- und Schwächerwerden des Polarstroms herausstellen, *ein Oscilliren ums Jahresmittel der Intensität*. Im Frühjahr, wo dieser Landmeewind und Polar-Aequatorialstrom etwa dieselbe Richtung haben, werden sich beide addiren, im Herbst, wo beide entgegengesetzte Richtung haben, subtrahiren. Um nun überhaupt das Vorhandenseyn auch an dem Gange der Instrumente nachzuweisen, wird es nur nöthig seyn, die Mittel der nördlichen Winde des Frühlings zu vergleichen mit denen des Herbstan.

Der mittlere Barometerstand nördlicher Winde wird im Frühling höher seyn müssen, wie im Herbst. Hiermit steht scheinbar im Widerspruch, dass die Herbstcurve des Barometerstandes (Fig. 6 d) die Frühlingskurze (Fig. 6 c) übertragt. Die Ursache des höhern Herbstbarometerstandes ist aber der Druck des Wasserdampfes. Subtrahirt man denselben vom Druck der Luft überhaupt (s. die Curven des Drucks der trocknen Luft Fig. 10), so sinkt die Kuppe des N und NO im Herbst (Fig. 10 d) unter die des Frühlings (Fig. 10 c).

Dem höheren Frühlingsbarometerstande für nördliche Winde entsprechend, wird die Temperatur derselben im Frühling geringer seyn müssen als im Herbst. Dass dies

der Fall ist, zeigt Fig. 7, wo *d* die Wärme der Winde im Herbst, *c* die derselben im Frühling darstellt.

Desgleichen wird der Wasserdampfdruck im Frühling für Nord- und Nordostwinde kleiner seyn müssen wie im Herbst. Hiervon überzeugt man sich, wenn man die Frühlingscurve der Dampfspannung (*c* Fig. 9) mit der Herbstcurve (*d* Fig. 9) vergleicht.

Ebenso wird die Luftcirculation im Frühjahr geschwind vor sich gehen müssen, wie im Herbst, da in ersterer Jahreszeit der nordsüdliche Landmeerwind, der wegen der Erdrotation gleich dem Polar-Aequatorialstrom auch nord-nordost-südsüdwestlich werden muss, mit letzteren ungefähr parallel, im Herbst aber etwa in entgegengesetzter Richtung sich bewegt. Die Folge davon wird seyn, dass sich im Frühjahr die Geschwindigkeiten beider Strömungen summiren, im Herbst subtrahiren. Dies ergiebt sich aber unmittelbar aus der Vergleichung der beobachteten Windgeschwindigkeiten für den Herbst und Frühjahr (s. S. 134).

Es wehten darnach im Frühling

SW	W	NW	N	NO	O	SO	S	Winde
um 1,6'	1,8'	2,3'	3,0'	4,0'	4,4'	1,8'	0,9'	pro Sek. schneller als im Herbste.

Sonach weisen Barometer, Thermometer, Psychrometer und Anemometer auf das Vorhandenseyn einer Circulation hin, die zwischen dem grofsen nördlichen Meer und dem südlichen Lande stattfindet. Sie entfaltet ihre grösste Intensität im Frühling und Herbst, macht den Frühling rauh und winterartig, den Herbst warm, sie bewirkt ein alternirendes Stärker- und Schwächerwerden der Polarströmung, ihr verdanken wir die milden Südwinde des Herbtes (den Nachsommer) aber auch die eisigen Nordoststürme des Frühlings (den Nachwinter).

Da nun die anfangs erwähnte Moussoncirculation zwischen dem westlichen Meer und östlichen Lande im Sommer und Winter ihren höchsten Grad erreicht, so ist jede Jahreszeit gewissermaßen durch einen besonderen Mousson charakterisirt. Dabei wird die Polar-Aequatorialströmung

im Sommer und Winter hauptsächlich in Bezug auf ihre Richtung, im Frühjahr und Herbst vornämlich in Bezug auf ihre Stärke geändert.

Wegen des ostwestlichen Landmeerwindes wehen demnach westliche Winde am häufigsten im Sommer, am seltensten im Winter, östliche am häufigsten im Winter, am seltensten im Sommer; wegen der Moussoncirculation zwischen dem Polarmeere und dem südlichen Lande wehen nördliche Winde am häufigsten im Frühjahr, am seltensten im Herbst, und südliche am häufigsten im Herbst, am seltensten im Frühjahr, wie dies eine Zusammenstellung der Windzeiten nach dreijährigem Mittel unmittelbar ergiebt.

Die Dauer der Jahreszeit = 100 gesetzt, waren die Zeiten (s. Fig. 14) für

	im Herbst (H)	Winter (VV)	Frühling (F)	Sommer (S)
westliche Winde	30,1 Proc.	24,6 Proc.	27,9 Proc.	34,1 Proc.
nördliche	" 17,4	" 21,9	" 30,0	" 23,4
östliche	" 24,8	" 26,6	" 22,6	" 19,4
südliche	" 27,7	" 26,9	" 19,5	" 23,1

Jeder Wind erreicht demnach einmal im Jahr in Bezug auf die Zeit seines Wehens ein Maximum, etwa ein halb Jahr darauf sein Minimum. Da aber die Südwinde im Herbst, die Ostwinde im Winter, die Nordwinde im Frühling, die Westwinde im Sommer am längsten wehen, so wendet sich der herrschende Wind im Laufe des Jahres successive rückwärts durch die ganze Windrose.

Die auf Seite 113 mitgetheilten Werthe der Zeiten, der leichteren Uebersicht wegen hier auf Stunden reducirt, lassen diess Verhältniss für jeden der 8 Winde erkennen. Es wehte im dreijährigen Mittel

der	SVV	VV	NVV	N	NO	O	SO	S	Wind
während	133 ^b	161 ^b	99 ^b	51 ^b	69 ^b	83 ^b	59 ^b	65 ^b	im Sept.
	135	114	65	36	55	106	119	115	im Oct.
	106	107	68	45	86	132	101	75	im Nov.
	152	133	65	37	67	91	87	108	im Dec.
	86	106	83	55	80	135	122	77	im Jan.
	82	114	111	88	83	87	61	46	im Febr.

	SVV	VV	NVV	N	NO	O	SO	S	Wind
	77 ^b	108 ^b	109 ^b	112 ^b	134 ^b	107 ^b	52 ^b	45 ^b	im März
	83	134	141	107	64	64	73	54	im April
	101	87	86	126	113	71	72	88	im Mai
	93	132	112	88	90	86	64	55	im Juni
	129	141	94	66	74	71	75	94	im Juli
	122	174	134	66	51	64	65	68	im Aug.

Nach den angegebenen Werthen sind die punktierten Curven in Fig. 15 verzeichnet, die Höhe eines Feldes entspricht für jeden Wind der Dauer von 150 Stunden.

Abstrahirt man von den kleinen Hebungen und Senkungen der Curven, und folgt dem Zuge derselben im Großen und Ganzen, so bemerkt man, dass gegen Herbst Südwestwinde, im weiteren Verlauf desselben Südwinde, gegen Winter darauf Südostwinde, im hohen Winter Ostwinde, gegen Ende desselben und im Frühlingsanfang Nordostwinde, im April und Mai Nordwinde, im Sommeranfang Nordwestwinde, im Hochsommer Westwinde und wiederum gegen Herbst Südwestwinde die längste Zeit, und in den entgegengesetzten Zeiten des Jahres die kürzeste Zeit wehen.

Resultate.

1. Es finden zwischen den großen östlichen Ländemassen und dem westlichen Meer nach Art der Moussons jährlich wechselnde Circulationen statt, im Sommer unten von West nach Ost, im Winter von Ost nach West und oben in umgekehrter Richtung.
2. Dieselben combiniren sich mit dem Pol-Aequatorstrom und lenken selbigen ab. Der untere nordnordöstliche Polarstrom wird im Sommer nach Westen zu, im Winter nach Osten zu, der obere südsüdwestliche Aequatorialstrom im Sommer nach Osten, im Winter nach Westen zu abgelenkt.
3. Im Sommer herrschen deshalb westliche Winde, im Winter östliche vor.
4. Das barometrische Maximum wandert durch die Jah-

resmittel im Herbst und Frühling, nach Osten zu im Winter, nach Westen zu im Sommer; das Minimum nach Westen zu im Winter, nach Osten zu im Sommer.

5. Dem barometrischen Maximum entsprechend, schwankt das thermometrische Minimum im Laufe des Jahres abwechselnd nach der einen und nach der andern Seite des Jahresmittels.

6. Dabei bewirkt die bei nördlichen Winden im Sommer vorherrschende Heiterkeit des Himmels, dass durch Insolation das Maximum der Wärme nach NO rückt, ebenso bewirkt die bei südlichen Winden im Winter vorherrschende Bewölkung des Himmels, dass durch Verhinderung der Ausstrahlung das Maximum der Wärme nach SW rückt.

7. Wird der einseitige Einfluss der Himmelsbeschaffenheit beseitigt, so entspricht die Lage der (ideellen) thermometrischen Minima und Maxima in allen Jahreszeiten der des barometrischen Maximum und Minimum.

8. Dem thermometrischen Maximum und Minimum folgen die Maxima und Minima des Wasserdampfdruckes. Auch sie oscilliren ums Jahresmittel, liegen im Sommer östlich und westlich, im Winter westlich und östlich vom Jahresmittel, in welchem sie während der Aequinoctien befindlich sind.

9. Der Druck der trocknen Luft verhält sich, wie der Druck der Luft überhaupt in Bezug auf die Wanderung der Maxima und Minima.

10. Seltener Niederschlag (Wolken Regen Schnee etc.) häufigster heiterer Himmel ist im Jahresmittel nordnordöstlichen Winden, im Sommerhalbjahr mehr den nach Westen zugewandten, im Winterhalbjahr mehr den nach Osten zugewandten Winden eigen.

11. Der Wolkenzug geht dem unteren Winde, während er sich durch die Windrose dreht, im Sinne der Drehung voraus (meist nach rechts d. h. im Sinne des Drehungsgesetzes). Wie die Wolken ziehen, so wird sich unten der Wind wenden, die Winde verdrängen sich demnach in der Regel von oben her. Ist der Polarstrom der ablenkende, so schliesst der Wolkenzug sich mehr dem

untern (feuchtern), ist der Aequatorialstrom der ablenkende, mehr dem oberen (feuchteren) Winde an.

12. Bei ruhigem Zustande der Atmosphäre macht sich die Gränzregion zwischen unterm und oberm Strom am Himmel sehr häufig bemerkbar durch feine Niederschläge, deren Furchung, Streifung die Richtung des einen oder des andern oder beider Ströme erkennen lassen (Federwolken, Streifen, Schäfchen, schraffirte, karirte Wölkchen). Ihre Höhe entspricht demnach derjenigen, von welcher herab die obere Luft, sobald sie specifisch schwerer geworden ist als die untere, herabsinkt.

13. Die Geschwindigkeitscurve der Winde hat zwei Maxima im Jahresmittel, ein dem Polarstrom, und ein dem Aequatorialstrom angehöriges. Ersteres liegt etwa in NO, letzteres in WSW, also beide ein wenig verschoben gegen das barometrische Maximum und Minimum.

14. Wegen des Beharrungsvermögens der untern Luft tritt während der Drehung des Windes durch die Windrose die grösste Geschwindigkeit des Aequatorialstroms erst dann ein, wenn er bereits seine ursprüngliche Richtung überschritten, das Barometer den tiefsten Stand verlassen; die grösste Stärke des Polarstroms, wenn derselbe seine ursprüngliche Richtung überschritten und bereits das Barometer den höchsten Stand verlassen hat.

15. Die von Norden nach Süden fliessende Luft bewegt sich im Mittel ebenso schnell, wie die von Süden nach Norden fliessende.

16. Dagegen fliest die westlich wehende Luft (um 1,2' pro Sekunde) geschwinder, wie die östlich wehende; der Grund dieser Erscheinung ist die Rotation der Erde; wegen der grösseren westlichen Drehungsgeschwindigkeit der oberen Luftmassen, eilen dieselben herabsinkend der untern Luft in westlicher Richtung voraus.

17. Durch das in 16 erwähnte Vorrücken der herabsinkenden Luftmassen in westlicher Richtung werden

1) alle auf der Westseite der Windrose gelegenen Windstärke-Maxima vergrößert, die auf der Ostseite gelegenen vermindert.

18. 2) Alle Maxima dem Westen genähert und dadurch im Jahresmittel die Verschiebung des Aequatorial-Maximum gegen das barometrische Minimum vermehrt, die des Polar-Maximum gegen das barometrische Maximum vermindert.

19. Der ostwestliche Landmeerwind bewirkt

1) dass die Maxima der Windgeschwindigkeit, die im Jahresmittel in NO und WSW gelegen sind, während der kälteren Jahreshälfte mehr nach Ost und West zu, während der wärmeren mehr nach Nord- und Südwest zu hinrücken.

20. 2) Dass die mittlere Geschwindigkeit der Winde im Winter überhaupt eine grösere ist, als im Sommer, indem dort die Mousson - Circulation der Polar - Aequatorialströmung mehr parallel, hier mehr entgegengesetzt ist.

21. Eine im Laufe des Jahres wechselnde moussonartige Circulation findet statt zwischen unserm Festlande und dem nördlichen Polarmeere. Dieselbe erreicht ihre höchste Intensität im späten Winter und Frühling einerseits, zu Ende Sommers und im Herbst anderseits.

22. Dieselbe (wegen der Axendrehung der Erde von Nordnordost nach Süd Südwest und zurück fließend) bewirkt, indem sie der Pol - Aequatorialströmung parallel, während des Frühlings in gleicher, während des Herbstanfangs in entgegengesetzter Richtung weht, ein abwechselndes zu diesen Zeiten besonders bemerkbares Stärker- und Schwächerwerden des Polarstroms, ein Stärkerwerden im Frühling, ein Schwächerwerden im Herbst.

23. In allen meteorologischen Vorgängen macht sich diese Circulation bemerkbar. Der Druck der trocknen Luft ist im Frühling bei Polarwinden grösser als im Herbst.

24. Desgleichen bei denselben Winden der Thermometerstand im Frühling tiefer wie im Herbst.

25. Desgleichen der Druck des Wasserdampfes geringer.

26. Ebenso die Windgeschwindigkeit im Frühling grösser als im Herbst.

27. Im Frühling herrschen nördliche Winde, im Herbst südliche Winde vor.

28. Die Richtung der unteren Strömung des Moussons wendet sich im Laufe des Jahres rückwärts durch die Windrose, ihr entsprechend die vorherrschenden Winde. Im Winter wehen vorwiegend östliche, im Frühling nördliche, im Sommer westliche, im Herbst südliche Winde.

Erklärung der graphischen Zeichnungen. Taf. III.

Fig. 5. Mittlerer Barometerstand bei den verschiedenen Richtungen *a* des Wolkenzuges, *b* der unten herrschenden Winde¹⁾.

Fig. 6. Mittlerer Barometerstand für die verschiedenen Winde; *a* im Winter, *b* im Sommer, *c* im Frühling, *d* im Herbst, *e* im Jahresmittel.

Fig. 7. Mittlere Wärme der Winde (in Graden Réaumur);
a im Januar
a' im Februar
b im Juli
c im April
d im October.

Die punktierten Linien stellen die Temperatur der Winde dar, wie sie seyn würden, wenn der Einfluss der Bewölkung und Insolation beseitigt ist.

Fig. 8. Einfluss der Bewölkung und Insolation auf die Wärme der Winde;

- I für den Sommer, II für den Winter;
- a* Wärme der Winde bei gleichviel heiterem und trübem Himmel
- b* Wärme der Winde überhaupt
- c* Wärme der Winde bei heiterem Himmel
- d* Wärme der Winde bei trübem Himmel.

Fig. 9. Spannung des Wasserdampfes bei den verschiedenen Winden;

1) In den Fig. 5 — 13 sind die dem Polarstrom angehörigen Maxima oder Minima durch stärkere Striche, die dem Aequatorialstrom zugehörigen durch Punkte bezeichnet.

- a* im Winter
- b* im Sommer
- c* im Frühling
- d* im Herbst.

Fig. 10. Druck der trockenen Luft bei den verschiedenen Winden;

- a* im Winter
- b* im Sommer
- c* im Frühling
- d* im Herbst.

Fig. 11. Dauer des heitern Himmels, der Bewölkung und des Regens (Schnee, Hagel, Graupel) bei den verschiedenen Winden, ausgedrückt in Prozenten der Zeit, während welcher jeder Wind überhaupt wehte;

- | | |
|---------------------------|-----------------------------|
| Dauer der Bewölkung | <i>a</i> im Winterhalbjahr |
| | <i>b</i> im Sommerhalbjahr, |
| Dauer des heitern Himmels | <i>c</i> im Winterhalbjahr |
| | <i>d</i> im Sommerhalbjahr, |
| Dauer der Niederschläge | <i>e</i> im Winterhalbjahr |
| | <i>f</i> im Sommerhalbjahr. |

Fig. 12. *a* Mittlerer Luftdruck der verschiedenen Winde im Jahresmittel

- b* Geschwindigkeit der Winde im Jahresmittel.

Fig. 13. Geschwindigkeit der Winde;

- a* im Winter
- b* im Sommer.

Fig. 14. Zeitdauer der Winde in den Jahreszeiten, die letzteren gleich 100 gesetzt;

- W* im Winter
- F* im Frühling
- S* im Sommer
- H* im Herbst.

Fig. 15. Zeit, während welcher in jedem Monat die verschiedenen Winde wehen. Die Höhe eines Felses entspricht der Dauer von 150 Stunden.

Die punktierten Curven entsprechen unmittelbar den Beobachtungen.

**XI. Ueber die allotropischen Zustände des Schwefels;
von G. Magnus.**

Vor Kurzem hat Hr. Mitscherlich gezeigt¹⁾, dass die Verbindung von Schwefel mit einem Fette oder einem Oele, sich in Schwefel löst, und diesen außerordentlich stark färbt, so dass ein Theil Talg mit 3000 Theilen Schwefel erhitzt, eine intensiv rothe Masse liefert. Ich habe diese Versuche wiederholt und mich überzeugt, dass nicht nur die Fette, sondern auch eine grosse Menge anderer Substanzen ähnliche Wirkungen hervorbringen. So färben namentlich außer den Fetten noch sehr stark: *Stearinsäure, Paraffin, Wachs, Wallrath, Bergwachs (Ozokerit);* etwas weniger stark: *Colophonium, Mastix, Gutta percha, Caoutchouc;* noch weniger, aber noch ganz intensiv: *Bernstein, Zucker, Stärke, Baumwolle u. a. m.* Die letzteren wirken jedoch nur färbend, wenn sie in den bis 300° erhitzen Schwefel eingebracht und gut mit ihm durchgeführt werden.

Einige dieser Substanzen mögen noch geringe Mengen von Fett enthalten haben, von mehreren derselben wird man dies zwar nicht beaupten, allein man könnte glauben, dass sie mit den fettigen Fingern berührt worden sind und dadurch färbend gewirkt haben. Um jedem Einwande der Art zu begegnen, habe ich einige Krystalle von weissem Candiszucker in destillirtes Wasser gelegt, und nachdem die äussere Schicht derselben aufgelöst war, durch Fließpapier abgetrocknet, und ohne sie mit den Fingern zu berühren in den heißen Schwefel gebracht, der durch zweimalige Destillation gereinigt war. Auch diese färbten ihn.

Die Farbe, welche der Schwefel durch Zucker, Stärke, Baumwolle u. dergl. m. annimmt, ist zwar mehr braun als

1) Journal für praktische Chemie Bd. LXVII, S. 369.

roth, aber die Lösung desselben in Schwefelkohlenstoff zeigt stets die reine rothe Farbe.

Es geht hieraus hervor, dass auch andere als fette Substanzen den Schwefel färben, und es kann daher die rothe Farbe desselben nicht dazu dienen, die Gegenwart eines Fettes zu erkennen. Es scheint, dass sehr verschiedene Substanzen sich in höherer Temperatur so zersetzen, dass ein gewisser Bestandtheil derselben sich mit dem Schwefel verbindet, und mit ihm jenen stark färbenden Körper bildet, von dem es mir indefs bis jetzt nicht gelungen ist, ihn von überschüssigem Schwefel zu trennen.

Die färbende Eigenschaft desselben ist so gross, dass nicht nur der Schwefel, den man mit den Händen berührt hat, durch das Fett, welches dadurch an ihn abgegeben ist, sich roth färbt, wenn er über 300° C. erhitzt wird, sondern dass auch Schwefel, der mehrere Male bis 300° C. erhitzt, und jedes Mal ausgegossen worden ist, auch wenn man ihn gar nicht mit den Händen berührt hat, doch eine röthliche Farbe annimmt, die wahrscheinlich von Staubbtheilchen herrührt, welche sich während des Erkaltens aus der Luft auf ihn absetzen, und bei dem neuen Erhitzen jene färbende Verbindung eingehen.

Durch diese Versuche bin ich auf einige die allotropischen Zustände des Schwefels betreffende Thatsachen geführt worden. Bei Feststellung derselben hatte ich mich der Unterstützung des Hrn. R. Weber, und zwar in solchem Maafse zu erfreuen, dass diese Arbeit als eine von uns gemeinschaftlich ausgeführte betrachtet werden kann.

Erhitzt man gewöhnlichen gelben Schwefel bis 350° C. oder bis zu der Temperatur, bei welcher derselbe, nachdem er dickflüssig geworden ist, wieder anfängt dünnflüssig zu werden, und lässt ihn dann langsam erkalten, so ist er, wie bekannt, vollständig oder fast vollständig in Schwefelkohlenstoff löslich. Damit er diess sey, ist es übrigens gut, ihn während der Abkühlung wiederholt zu schütteln, weil sonst der an der Wand des Gefäßes be-

findliche zu schnell erkaltet, und dadurch in Schwefelkohlenstoff unlöslich wird.

Läßt man nämlich Schwefel, der bis 300° C. erhitzt worden ist, schnell erkalten, so löst er sich nicht mehr vollständig in Schwefelkohlenstoff, sondern hinterlässt, je nachdem die Abkühlung mehr oder weniger schnell erfolgt ist, einen größern oder geringern Anteil ungelöst. Nimmt man die Abkühlung auf die Weise vor, daß man den Schwefel als einen dünnen Strahl in kaltes Wasser gießt, so daß man den bekannten weichen Schwefel erhält, so hinterlässt dieser, wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht, einige und dreißig bis einige und vierzig Proc. seines Gewichtes¹⁾.

Der lösliche Anteil des weichen Schwefels enthält aber noch zwei verschiedene Modificationen des Schwefels. Destillirt man nämlich einen Theil des Schwefelkohlenstoffs von dieser Lösung ab, und läßt dann die Flüssigkeit erkalten, so krystallisiert octaëdrischer Schwefel heraus. Nimmt man diesen aus der Flüssigkeit, und destilliert eine neue Quantität des Schwefelkohlenstoffs ab, so daß man beim Erkalten eine neue Menge octaëdrischen Schwefels erhält, so bleibt bei Wiederholung dieser Operation schließlich eine zähe Masse zurück, die sich zu Fäden ziehen läßt. Dieselbe enthält noch Schwefel. Ueberläßt man sie sich selbst, so verdunstet der Schwefelkohlenstoff und dann scheidet sich der Schwefel als eine krümliche Masse aus. Dieser Schwefel war offenbar noch leichter in Schwefelkohlenstoff löslich als der octaëdrische Schwefel, denn er hat sich erst nach diesem ausgeschieden, allein dennoch löst er sich, sobald er von dem Schwefelkohlenstoff getrennt worden, nicht wieder in demselben auf. Sollte die krümliche Masse, was bisweilen vorkommt, noch kleine

1) Hr. Ch. Sainte-Claire Deville gibt in seiner Abhandlung: *Des modifications du soufre sous l'influence de la chaleur et des dissolvants* (*Ann. de Chim. 3. Ser. XLVII*, 99) an, daß er 35 Proc. darin gefunden habe.

Krystalle einschliesen, so lösen diese sich auf, der krümlich abgeschiedene Schwefel aber ist unlöslich, selbst in kochendem Schwefelkohlenstoff.

Ist der weiche Schwefel, aus welchem die krümliche Masse dargestellt wird, nur *ein* Mal bis 300° C. erhitzt und ist jede Berührung mit den Fingern vermieden worden, so ist die krümliche Masse rein gelb. War hingegen der weiche Schwefel mehrmals geschmolzen und ausgegossen, so erscheint sie bald mehr bald weniger roth gefärbt. Deshalb ist sie früher als rother Schwefel von mir bezeichnet worden. Da sie in Schwefelkohlenstoff löslich ist, ein Mal aber von diesem Auflösungsmittel getrennt sich nicht wieder in demselben auflöst, so unterscheidet sie sich sowohl von dem löslichen, als von dem unlöslichen Schwefel und ist als eine besondere allotropische Modification anzusehen. Sie verhält sich in dieser Beziehung ganz wie die Kieselsäure, worauf ich auch bereits bei dem rothen Schwefel aufmerksam gemacht habe ¹⁾). Mit Ausnahme der Farbe, die, wie erwähnt, schwanken kann, zeigt sie alle Eigenschaften welche von diesem angeführt worden sind. Wird sie geschmolzen und langsam abgekühlt, so verwandelt sie sich in gewöhnlichen löslichen Schwefel.

Von der Gegenwart dieser Modification scheint das auffallende Verhalten des schnell gekühlten weichen Schwefels abzuhängen. Lässt man nämlich den weichen Schwefel so lange liegen, bis er vollständig erhärtet und brüchig ist, wozu bekanntlich mehrere Tage erforderlich sind, so enthält er viel weniger von dieser Modification als im frischen weichen Zustande, wie sich dies bei Vergleichung der Columnen 3 und 7 der folgenden Tabelle ergiebt, in welcher die Versuche zusammengestellt sind.

1) Diese Annalen Bd. XCII, S. 308.

Weicher Schwefel unmittelbar
nach dem Erkalten mit Schwei-
felkohlenstoff ausgezogen

Derselbe Schwefel vollständig erhärtet

Grammes	lieferte		Grammes	nach Tagen	lieferte	
	unlöslich. Schwefel	krümlich. Schwefel			unlöslich. Schwefel	krümlich. Schwefel
71	—	5,32 pC.	71	4	—	0,84 pC.
48	33,82 pC.	2,48 »	33	7	36,36 pC.	1,57 »
106	38,49 »	5,07 »				
100	42,00 »	3,57 »	100	5	37,00 »	0,64 »
86	36,04 »	3,91 »	79	4	36,07 »	0,77 »
69	46,07 »	2,79 »	68	4	39,70 »	0,69 »

Ob bei der Umwandlung des weichen Schwefels in har-
ten, der in ihm enthaltene krümliche sich in unlöslichen
oder in löslichen Schwefel umwande, muß ich für jetzt
unentschieden lassen. Zwar sollte man glauben, daß sich
dies dadurch entscheiden lasse, daß man die Menge des unlöslichen
Schwefels der in dem weichen enthalten ist, ver-
gleicht mit der in demselben Schwefel nach dem Erhärten
vorhandenen Menge. Allein wie aus den vorstehenden Ver-
suchen hervorgeht, lassen sich diese Bestimmungen nicht mit
hinreichender Sicherheit ausführen, theils weil der unlösliche
Schwefel wegen seiner porösen Beschaffenheit leicht etwas
Schwefelkohlenstoff zurückhält, vorzugsweise aber weil man
trotz aller angewandten Vorsicht nicht sicher ist, daß der
untersuchte erhärtete Schwefel genau bei derselben Tempe-
ratur ins Wasser gelangt, und genau unter denselben Um-
ständen abgekühlt, also von derselben Beschaffenheit ist,
wie der ihm entsprechende weiche.

Die Quantität des krümlichen Schwefels läßt sich zwar
auch nicht vollkommen sicher bestimmen, aber doch an-
nähernd genug um erkennen zu lassen, daß die Menge
desselben in dem weichen Schwefel beträchtlich größer als
in dem erhärteten ist. Deshalb glaube ich annehmen zu
dürfen, daß die Biegsamkeit und Elasticität des weichen
Schwefels auf der Anwesenheit dieser Modification beruht.

Diese Annahme wird dadurch noch wahrscheinlicher,

dafs auch sehr kleine Mengen anderer Beimischungen das Verhalten des Schwefels in ähnlicher Weise ändern. Ist nämlich der Schwefel durch eine der oben erwähnten Substanzen intensiv roth oder schwarz gefärbt, wozu nur 0,0003 seines Gewichts von Paraffin erforderlich ist, und man kühlte ihn, nachdem er bis 300° C. erhitzt worden, plötzlich ab, indem man ihn in kaltes Wasser oder auf eine kalte Platte gieft, so bleibt er während längerer Zeit so weich und schmierig, dafs man die einzelnen Stücke zusammenkneten und zu einem Stück vereinigen kann. Dabei lässt er sich in lange dünne Fäden ziehen, und behält diese klebrige Beschaffenheit mehrere Stunden, oft während eines Tages. Ein Verhalten, das ich schon früher von dem schwarzen Schwefel beschrieben habe.

Aber nicht nur die Art des Erstarrens wird durch diese geringe Beimischung verändert, sondern auch im flüssigen Zustande verhält sich dieser Schwefel anders als der gewöhnliche, denn er wird zwar in höherer Temperatur dickflüssig, allein viel weniger als der gewöhnliche Schwefel.

Da die weiche und schmierige Beschaffenheit des schwarzen Schwefels von der Beimischung einer so geringen Menge einer fremden Substanz herrührt, so ist es auch wahrscheinlich, dafs die Biegsamkeit und Elasticität des gelben, sogenannten weichen Schwefels durch die geringe Menge des krümlichen Schwefels entsteht, welche er enthält.

Solche Veränderungen der Eigenschaften durch die Gegebenheit von geringen Mengen fremder Substanzen sind gewiss nicht häufig; doch fehlt es nicht an einem Beispiel, und es braucht in dieser Beziehung nur an die Umwandlung des Eisens in Stahl erinnert zu werden.

Die verschiedenen allotropischen Zustände des Schwefels sind hiernach folgende:

1. *Prismatischer Schwefel.*
2. *Octaëdrischer Schwefel.*

Beide in Schwefelkohlenstoff löslich.

3. *Unlöslicher Schwefel.*
4. *Krümlicher Schwefel*, der in seinem frischen Zu-

stande in Schwefelkohlenstoff löslich ist, ein Mal ausgeschieden sich aber nicht wieder darin auflöst.

Dieser ist früher als löslicher und unlöslicher rother Schwefel von mir beschrieben worden. Wenn nämlich der weiche Schwefel auch nur die geringste Menge färbender Substanz enthält, so bleibt diese stets bei dem krümlichen Schwefel, weil sie, wie dieser, leichter als der gewöhnliche Schwefel in Schwefelkohlenstoff löslich ist, und daher sowohl in der Mutterlauge mit ihm zurückbleibt, als auch bei gänzlicher Entziehung des Schwefelkohlenstoffs ihm in fester Form anhaftet.

5. Der *schwarze* Schwefel, der, da er durch Beimischung fremder Substanzen entsteht, zwar nicht als ein allotropischer Zustand, wohl aber als eine besondere Modification des Schwefels zu betrachten ist, weil er sich nicht durch die Farbe allein, sondern auch durch die oben erwähnten Eigenschaften von den verschiedenen Zuständen des Schwefels unterscheidet.

XII. Ueber die Bestimmung der specifischen Gewichte; von Dr. Gustav Jenzsch.

Seit 1854 bediente ich mich stets mit Vortheil einer Methode zur Bestimmung der specifischen Gewichte, welche ich hier in der Kürze mittheile.

Man füllt ein kleines, mit gut eingeriebenem hohlen Glasstöpsel versehenes Flacon (wie solche Hr. Professor Danger in Paris anfertigen lässt) mit destillirtem Wasser, bringt es in ein metallenes (silbernes) becherförmiges Gefäß und kocht dasselbe darin unter destillirtem Wasser so lange, bis sich keine Luftblasen mehr entwickeln. Man kühlst das Ganze bis zu einer beliebigen Temperatur ab, welche

man an einem zu diesem Zwecke angebrachten Thermometer abliest.

Das Wasser im Flacon muß immer etwas höhere Temperatur besitzen, als unsere Finger einem Gegenstande mitzutheilen vermögen (z. B. 30° C.); denn außerdem würde beim Abtrocknen des Flacons durch die Ausdehnung des in ihm enthaltenen Wassers ein Fehler entstehen. Wenn man das Gläschen aus dem Wasser genommen hat, trocknet man es gut ab und wiegt es.

Die Zeit, welche man vom Herausnehmen aus dem Wasser bis zum Wägen des Flacons brauchte, bemerkt man sich.

Das abgewogene Mineral bringt man in Form kleiner Stückchen in das zur Hälfte mit destillirtem Wasser gefüllte Flacon und verschließt es mit einem Stöpsel. Nun kocht man dasselbe in dem silbernen Gefäße so lange unter destillirtem Wasser, bis sich im Innern des Gläschens keine Luftblasen mehr zeigen. Durch die Erwärmung dehnt sich natürlich das im Flacon enthaltene Wasser aus.

Da es sich aber nothwendiger Weise bei der Abkühlung des Silbergefäßes wieder zusammenzieht, so dringt ein entsprechendes Quantum des über der Oeffnung des Flacons stehenden Wassers in das Gläschen ein. Man erwärmt nun wieder und zwar so lange, bis das im Flacon enthaltene Wasser bis zu den obersten Rand desselben gekommen ist. Dann unterbricht man augenblicklich die Erwärmung und kühlst bis zu der oben notirten Temperatur ab. Man nimmt das Gläschen aus dem Wasser und trocknet es mittelst Filtrirpapier oder einem feinen leinenen Tuche vorsichtig ab und wählt es. Der Zeitunterschied zwischen dem Herausnehmen aus dem Wasser und dem Wägen muß derselbe seyn, wie bei der ersten Wägung des Flacons mit destillirtem Wasser. Unterließe man es, so könnte dies leicht zu Fehlern Veranlassung geben, da das im Flacon befindliche Wasser durch die feine Oeffnung im Stöpsel immer etwas verdunstet.

Wendet man Flacons mit aufgeschliffenen Glaskappen

an, so bedarf man der angegebenen Vorsicht nicht. Besonders da ich mich überzeugte, dass das im Flacon befindliche Wasser bei Bestimmung der specifischen Gewichte von Gesteinen meist eine milchige Trübung annimmt, von demselben aber bei Anwendung der oben beschriebenen Methode *kein* Tropfen verloren geht, so ziehe ich dieselben den übrigen jetzt gebräuchlichen Arten der specifischen Gewichtsbestimmung vor.

Bei erlangter Uebung ist es auch möglich, auf die hier angegebene Weise das specifische Gewicht pulverförmiger Substanzen mit großer Schärfe zu bestimmen.

Aus den gefundenen Zahlenwerthen berechnet man auf bekannter Weise das specifische Gewicht der angewendeten Substanz für die Temperatur, bis zu welcher man abkühlte und reducirt dasselbe noch auf die größte Dichtigkeit des Wassers.

Die Figuren 9, 10, 11 Taf. II stellen im verjüngten Maafsstäbe den einfachen Apparat vor, dessen ich mich bediene:

A (Fig. 9) ist das silberne innen vergoldete becher-förmige Gefäß, mit destillirtem Wasser bis zur Linie *a* gefüllt;

B (Fig. 10) das kleine gläserne Flacon mit eingeriebenem hohlem Stöpsel;

C ein Gehänge von dünnem Platindraht, in welchem das Flacon steht; dasselbe dient zur Verbindung des außerdem unvermeidlichen Anschlagens des Gläschens an die Wandungen und den Boden des silbernen Gefäßes während des Kochens;

D (Fig. 11) eine einfache Spirituslampe, welche nach Belieben dem silbernen Gefäße genähert, oder von demselben entfernt werden kann;

E (Fig. 9) ein Thermometer.

*XIII. Ueber die Temperatur-Abnahme in den
Luftschichten; vom Hauptmann von Seydlitz.*

(Nachtrag zum Aufsatze in Heft V¹.)

Bei der Bestimmung der mittleren Höhen der Atmosphäre im angeführten Aufsatze wurde vorausgesetzt, dass alle über einander liegenden Luftatome im Durchschnitt gleiche Wärmemengen haben, dass also die Gleichgewichtstemperaturen mit den Drucktemperaturen zusammenfallen.

Sind die Drucktemperaturen nicht die Gleichgewichtstemperaturen, so müssen in einer Atmosphäre, in welcher anfänglich jedes Atom gleiche Wärmemenge hatte, so lange Bewegungen stattfinden, bis die Wärmequellen und die Mittheilung der Wärme durch Contact eine den Gleichgewichtstemperaturen entsprechende ungleiche Vertheilung der Wärme an die Luftatome herbeigeführt haben. Sind dagegen die Drucktemperaturen zugleich die Gleichgewichtstemperaturen, so wird jede ungleiche Vertheilung der Wärme an die Luftatome Bewegungen verursachen, bis die gleiche Vertheilung hergestellt ist.

Bemerkenswerthe Ursachen solcher ungleichen Vertheilung sind die Absorption von Sonnenstrahlen durch die oberen Luftschichten und die Absorption von Erdstrahlen durch die untern Luftschichten, von welchen beiden Ur-

1) In jenem Aufsatze ist für die Schallgeschwindigkeit in der Luft der Buchstabe y statt v gedruckt worden. Bei der Betrachtung des Experiments von Désormes und Clément haben sich Rechen- und Schreibfehler eingeschlichen. Es muss heißen:

$$w = 1^{\circ},3465 \text{ statt } 1^{\circ},3379$$

$$\text{ferner: } x = 0^{\circ},0182 \text{ statt } 0,0018$$

$$t_1 = t + w + x = 286^{\circ},7147 \text{ statt } 286^{\circ},8897$$

$$\text{Differenz } 0^{\circ},5622 \text{ statt } 0,03872.$$

VVar die Luft nicht völlig trocken, so wird die Differenz auch durch diese Ursache noch kleiner. Man möge übrigens diese Differenz mit der vergleichen, welche sich beim pneumatischen Feuerzeug ergiebt, wo die Luft im Augenblische der Entzündung des Schwammes (288° Centes) ungefähr auf den 5. Theil ihres Volumens zusammengedrückt ist.

sachen man aber vernehmen kann, dass sie sich in ihren Wirkungen einer ungleichen Wärme-Vertheilung an die Atome im Durchschnitt nahezu aufheben. Die gegenseitige Durchstrahlung der Drucktemperatur mäsig erwärmer Luftschichten kann die Drucktemperaturen nicht stören, ihre Wirkung ist im Gegentheil die Wiederherstellung von Drucktemperaturen. Ob nun die Contact-Wärme sich eben so verhält, diese Frage bedarf einer nähern Untersuchung, welche zu wichtigen Resultaten führt.

Man denke sich eine Drucktemperatur mäsig erwärmer Atmosphäre, dabei vertical wie horizontal im Gleichgewicht, also die untere Lufttemperatur überall gleich und constant. Nach der Theorie, welche im angeführten Aufsatz entwickelt ist, hat die Wärme das Bestreben, sich im Raume gleichmäsig zu vertheilen, und es entsteht die Frage nach der Geschwindigkeit der Vertheilung.

Die natürlichste Annahme ist, dass das Bestreben der Wärme, sich auszudehnen, ihrer Menge proportional sey, dass also die Wärmemenge in der Raumeinheit das sey, was für eine tropfbar flüssige Masse die Druckhöhe ist, und man möge auch vorläufig die fernere Analogie gelten lassen, dass die Geschwindigkeit, mit welcher die Wärme aus einem Raum mit der Wärmemenge w , in der Raumeinheit in einen Raum mit der geringern Wärmemenge w' in der Raumeinheit überströmt, proportional sey $\sqrt{w} - \sqrt{w'}$, also auch proportional $t_1 - t$, unter t_1 und t die entsprechenden Temperaturen verstanden.

Dann ist die Geschwindigkeit, mit welcher die Contact-Wärme durch die einem Breitengrade entsprechenden Schichtflächen-Elemente der Atmosphäre hindurchströmt:

$$(1) \quad v = -n \frac{dt}{dx} = \frac{pg}{3a},$$

wobei n eine Constante bedeutet, und die Gleichung (10) i. a. A. herangezogen ist, und die Wärmemenge, welche ein Schichtelement an das nächst darüber befindliche in der unendlich kleinen Zeit dz abgibt:

$$(2) \quad dw = \frac{n}{3a} g F dz,$$

so wie der Wärme-Zuwachs oder Verlust eines Elements in der Zeit dz ;

$$(3) \quad dW_A = \frac{n}{3a} \frac{d(gF)}{dx} dz$$

unter F das Schichtflächen-Element des Breitengrades in der Höhe x verstanden.

Weil die Expansiv-Kraft $e = at$ jedes Luftatom aufwärts, d. h. vom Mittelpunkt der Erde hinweg zu treiben strebt, die Schwere g dagegen dasselbe gegen diesen Punkt hinzieht, so müssen die Gleichgewichtstemperaturen in Bezug auf die lineare Ausdehnung des Schichtflächen-Elements die Gleichung erfüllen:

$$(4) \quad \frac{1}{V\gamma} = \frac{mt}{g}$$

unter m eine Constante und unter γ die Dichtigkeit verstanden, und da die Gleichgewichtstemperaturen mit den Drucktemperaturen zusammenfallen sollen, nach Gl. (6) i. a. A.:

$$\frac{1}{V\gamma} = \frac{mm_1V\gamma}{g},$$

folglich

$$(5) \quad \frac{m_1}{\gamma} = F = \frac{mm_1m_2}{g}.$$

Sonach ist, wenn die Gewichtstemperaturen mit den Drucktemperaturen zusammenfallen, laut Gleichung (2) $\frac{dw}{dz}$ für alle über einander liegenden Schichtflächen-Elemente constant und deshalb

$$\frac{dW_A}{dz} = 0$$

d. h. die Strömung der Contact-Wärme stört diese Temperaturen nicht.

Der Natur flüssiger Massen zufolge müssen nun aber als zweite Gleichgewichtsbedingung alle Schicht-Elemente

einer Niveau-Schicht umgekehrt ihren Schweren proportional seyn').

Ueber den Polen fallen die Schichtflächen-Elemente mit concentrischen Kugelflächen-Elementen zusammen, verhalten sich also wie die Quadrate ihrer Entfernungen vom Mittelpunkt, und weil, abgesehen von der Attraction der Atmosphären-Masse und der Abplattung des Erdkörpers, die Schweren über den Polen sich wie die Quadrate jener Entfernungen umgekehrt verhalten, so verhalten sich die über den Polen liegenden Schichtflächen-Elemente wie ihre Schweren umgekehrt; somit gilt dies auch für alle über einander liegenden Schichtflächen-Elemente jeden Breitengrades.

Hieraus und aus den Gleichungen (1) bis (6) ergeben sich folgende zwei wichtigen Sätze:

- 1) Für die Erdatmosphäre sind die Gleichgewichtstemperaturen den Quadratwurzeln der Dichtigkeiten nahezu proportional.
- 2) Soll das Gleichgewicht durch die Contact-Wärme nicht gestört werden, so muss die Geschwindigkeit der Wärme-Ausgleichung proportional der Differenz der Temperaturen seyn.

Stellt man sich endlich den Vorgang der gegenseitigen Durchstrahlung diathermaner Körper vor, so gelangt man zu dem Schluss, dass die Gleichgewichtstemperaturen mit den Drucktemperaturen nahezu zusammenfallen müssen, wenn die gegenseitige Durchstrahlung der Luftsichten, welche Drucktemperaturen herbeizuführen strebt, das Gleichgewicht nicht merklich stören soll.

Schlieslich möge hier noch eine Betrachtung ihre Stelle finden, welche ebenfalls zur Gleichung (6) i. a. A. führt.

Man denke sich die Erde als eine homogene Kugel, ohne Rotation und um sie eine homogene, nicht attractive und nicht comprimirbare Masse von gleicher Temperatur als Kugelschicht herumgelegt, so kann man sich diese Masse

- 1) Vergl. Gleichung (3) mit der Berücksichtigung, dass in einer Niveau-Schicht gleiche Dichtigkeit und gleiche Temperatur herrschen muss.

in unendlich viele concentrische Schichten zerlegt vorstellen. Wird die Masse nun plötzlich zu einer expansibeln und dem Mariotte'schen Gesetz unterworfenen Flüssigkeit, so entsteht zur Herstellung von Schichten verschiedener Dichtigkeit eine Bewegung, und man ist zu der Annahme berechtigt, daß diese Bewegung die denkbar einfachste seyn wird.

Die einfachste Bewegung ist aber die, daß ein (unterer) Theil der Schichtflächen sich zusammen zieht, ein (oberer) Theil sich ausdehnt; ein Uebergehen von Atomen einer Schichtfläche in andere bei diesem Vorgang wäre nicht mehr die denkbar einfachste Bewegung. Die Schichtflächen werden sich also wie ihre Dichtigkeiten umgekehrt verhalten, d. h.

$$\gamma = \frac{n}{(r+x)^2}$$

unter n eine Constante, unter r den Radius der Erdkugel und unter x die Höhe der Schicht über der Oberfläche dieser Kugel verstanden.

Man hat auch die Schwere;

$$g = \frac{m}{(r+x)^2}$$

m eine zweite Constante, und die Fundamental-Druckgleichung:

$$dp = ad(\gamma t) = -\gamma g dx$$

wird zu:

$$ad\left(\frac{n}{(r+x)^2} t\right) = -\frac{nm}{(r+x)^4} dx,$$

folglich

$$dt = \left(\frac{2t}{r+x} - \frac{m}{a(r+x)^2}\right) dx,$$

folglich

$$t = \frac{m}{a(r+x)},$$

also

$$\frac{t^2}{\gamma} = \frac{m}{na}.$$

XIV. Die Wellenlänge der brechbarsten und der auf Jodsilber chemisch wirkenden Strahlen;
von W. Eisenlohr.

(Briefliche Mittheilung.)

Als Nachtrag zu der Ihnen übersandten Abhandlung über die Wellenlänge der brechbarsten Strahlen¹⁾), sende ich Ihnen hiebei einige Photographien der Beugungsspectra, wie sie sich selbst in einem Abstand von $A = 5,58$ Meter vom Objectiv des Gitters auf einer Jodecollodium-Silberschicht abgebildet haben.

1) In dieser Abhandlung (Ann. Bd. 98 Heft 3) sind folgende Schreib- und Druckfehler zu verbessern:

S. 357 Z. 12 v. u. statt $de - db \sin \psi$ lies $de = db \sin \psi$

S. 358 Z. 1 u. 2 v. u. statt $\frac{a}{m+1}$ lies $\frac{a}{n+1}$

S. 359 in den zweiten Ausdrücken für y_1, y_2, y_{n+1} müssen die mit

$\frac{p}{V_2}$ multiplizirten Größen respective heißen:

$$\sin V_1 \cos i - \cos V_1 \sin i + \sin V_2 \cos i - \cos V_2 \sin i$$

$$\sin V_1 \cos(i+u) - \cos V_1 \sin(i+u) + \sin V_2 \cos(i+u)$$

$$-\cos V_2 \sin(i+u)$$

$$\sin V_1 \cos(i+n u) - \cos V_1 \sin(i+n u) + \sin V_2 \cos(i+n u)$$

$$-\cos V_2 \sin(i+n u)$$

S. 360 muß es in dem ersten Ausdruck für $\Sigma(y_{n+1})$ respective heißen

$$\sin V_1 \cos(i+\frac{1}{2}n u) - \cos V_1 \sin(i+\frac{1}{2}n u) + \sin V_2 \cos(i+\frac{1}{2}n u)$$

$$-\cos V_2 \sin(i+\frac{1}{2}n u)$$

und

$$\sin(V_1 - i - \frac{1}{2}n u), \sin(V_2 - i - \frac{1}{2}n u)$$

S. 361 Z. 8 v. u. statt g lies g_1

S. 362 Z. 11, 12 u. 19 v. o. statt g lies g_1

S. 363 Z. 7 v. u. statt $(z+1)\frac{\pi e}{\lambda} \sin \psi$ lies $(z+1) \sin\left(\frac{\pi e}{\lambda} \sin \psi\right)$

S. 364 Z. 15 v. u. statt $=i$ lies $=1$

S. 365 Z. 11 v. o. ist $\lambda = e \cdot \frac{D}{B}$ auszustreichen.

Ferner muß auf der Kupfertafel IV Fig. 3 der Raum von H bis r in beiden Spectris hell oder wenigstens grau seyn.

Auf der Photographie Nr. 1 (diese ist, so gut es sich thun ließ auf Fig. 1 Taf. IV in Kupferstich wiedergegeben P.), erscheint das Bild des Spaltes *S*, welcher nur $\frac{1}{2}\text{mm}$ breit war und auch im Bilde nicht breiter erscheinen sollte, unter der Breite von 2mm . Bei Nr. 2 und Nr. 3 hatte ich um feinere Linien zu erhalten, den Spalt auf $\frac{1}{4}\text{mm}$ verengt; die Bilder desselben sind 1mm breit geworden.

Weil die Intensitäten des Lichtes in der Spaltöffnung, beim ersten, zweiten und dritten Spectrum sehr verschieden sind, und sich für *homogenes* Licht ohngefähr wie die Zahlen 62, 25, 9, 1 verhalten, so muß bei einer solchen Dauer des Lichteindruckes, bei welcher das dritte Spectrum auf der Collodiumschicht gerade noch erkennbar wird, wie in Nr. 1, das zweite Spectrum nach dem technischen Ausdruck schon halb, das erste und der Spalt ganz verbrannt erscheinen. So sieht man denn auch in dem dritten Spectrum außer den Linien *G* und *H* noch mehrere andere dazwischen liegende Linien wie *h* sehr deutlich, während die Stellen jenseits *H*, welche zum unsichtbaren oder ultravioletten Licht gehören, schwächere Spuren ihrer Wirkung zeigen. Auf dem zweiten Spectrum von Nr. 1 sind dagegen zwischen *G* und *H* keine untergeordneten Linien sichtbar. Desto mehr ist der brechbarste Theil dieses Spectrums ausgebildet. Seine Begrenzung auf der Seite gegen den Spalt hin ist aber nicht scharf. Im ersten Spectrum von Nr. 1 sind keine Linien sichtbar; aber die Begrenzung auf der Seite gegen die Mitte wie nach außen ist sehr scharf und bestimmt.

Aus der Abwesenheit aller Linien im ersten Spectrum von dem Bilde Nr. 1 und eines Theils derselben im zweiten Spectrum, so wie aus der Breite des Spaltbildes geht hervor, daß das Licht da, wo es zu lange wirkt, auch seitlich eine Zersetzung des Jodsilbers hervorbringt und daß darum das erste Spectrum etwas breiter ist, als es bei kürzerer Dauer des Lichteindruckes seyn würde. Dies zeigt sich in der That auch bei den zwei anderen Photographien, bei welchen nur das zweite Spectrum mit seinen Linien erzielt wurde.

Wenn man nun den Abstand der Gränze des brechbarsten Lichtes von der Mitte des Spaltbildes oder δ im ersten Spectrum mit u_1 , im zweiten u_2 und im dritten mit u_3 bezeichnet und ebenso den Abstand der wenigst brechbaren, auf das Jodsilber noch wirkenden Strahlen durch s_1 , s_2 , s_3 und den der Linien H und g durch H_1 , H_2 , H_3 , g_1 , g_2 , g_3 ausdrückt, so hat man nach den mitfolgenden photographischen Bildern folgende Zahlen in Millimetern:

Bild Nr.	u_1	u_2	s_1	s_2	H_1	H_2	H_3	g_1	g_2	g_3
1	51	104	64,5	129	—	117	175,5	—	127	190
2	52	106	64,5	127,5	58,3	117	—	63,5	127	—
3	52,5	—	64,2	127,5	58,3	117	—	63,5	127	—

Das deutlichste Bild vom ersten Spectrum enthält No. 3, vom zweiten Nr. 2, vom dritten Nr. 1. Nimmt man darum aus obiger Tabelle diejenigen Zahlenwerthe, welche, mit Berücksichtigung der durch allzu lange Dauer des Lichteindrucks erfolgten seitlichen Verbreitung, der Wahrscheinlichkeit am meisten entsprechen, so wird nach dem Bild

Bild Nr.	u_1	u_2	s_1	s_2	H_1	H_2	H_3	g_1	g_2	g_3
3	52,5	—	64,2	129	58,3	117	—	63,5	127	—
2	—	106	64,2	—	58,3	117	—	63,5	127	—
1	—	104	64,5	—	—	117	175,5	—	127	190

Benutzt man nur die am meisten übereinstimmenden Werthe dieser Tabelle, so ist der wahrscheinlichste Werth von

$$\begin{array}{ccccccccc} u_1 & u_2 & s_1 & s_2 & H_1 & H_2 & H_3 & g_1 & g_2 & g_3 \\ 52,5 & 105 & 64,5 & 129 & 58,5 & 117 & 175,5 & 63,5 & 127 & 190,5 \end{array}$$

Daraus ergeben sich die Werthe der entsprechenden Wellenlängen λ nach der Formel

$$n\lambda = e \sin \psi,$$

da $\tan \psi = \frac{\delta}{d}$ so ist z. B. für u_1 die Wellenlänge

$$\lambda_s = \frac{0,0375 \cdot 52,5}{5580} \text{ Millim.};$$

weil man für $\tan \psi$, bei der Kleinheit der Winkel, $\sin \psi$ setzen kann und bei meinem Beugungsgitter $e=0,0375$ mm ist. Auf gleiche Art ergeben sich aus obigen Zahlen durch Rechnung folgende Wellenlängen:

$$\text{für } u = \lambda_s = 0,000354 \text{ Millim.}$$

$$s \quad \lambda_s = 0,000433$$

$$H \quad \lambda_u = 0,000395$$

$$g \quad \lambda_s = 0,000427.$$

Fraunhofer hat für H , $\lambda = 0,000396$, für g aber $\lambda = 0,000429$ und nach meiner früheren Mittheilung ist die Wellenlänge der letzten brechbarsten Strahlen = 0,000354 mm.

Aus dieser Uebereinstimmung folgt, dass man mit Hülfe meiner Methode die Wellenlängen zu bestimmen, annehmen kann, dass die Gränze der unsichtbaren brechbarsten Strahlen zugleich die eine Gränze der chemisch auf das Jod-silber wirkenden Strahlen ist, und dass die andere Gränze der weniger brechbaren auf das Jodsilber wirkenden Strahlen ebenso bestimmt und scharf ist als die erste. Beide fallen zwischen die Wellenlängen 0,000354 und 0,000433 mm. Diese scharfe Begränzung hat man schon nach Müller's Mittheilung in den Annalen Bd. 97, S. 137 vermuten müssen. Sie ist für die auf Jodsilber wirkenden Sonnenstrahlen zur Gewissheit geworden. Ob sie für alle Gattungen von Licht dieselbe sey, habe ich noch nicht untersuchen können. Nach Crookes Beobachtungen (Annalen Bd. 97, S. 617), wo die Zerlegung des Lichts durch ein Prisma hervorgebracht wurde, sollen die chemisch wirkenden Strahlen im Gaslicht an eine andere Stelle des Spectrums fallen, als im Sonnenlicht. Auch sollen nach ihm die Strahlen zwischen F und G , die auf Jodsilber keine Wirkung haben, das Bromsilber desto besser zersetzen. Darüber werde ich, so bald es meine Zeit gestattet, ebenfalls mit Hülfe des Beugungsspectrums Versuche anstellen.

Einstweilen scheint es mir, dass man bei den Wirkungen des durch Brechung entstandenen Spectrums vorsichtig seyn muss, weil darin auch reflectirte Strahlen vorkommen. Einstweilen also ist es nur gewiss, dass die Gränzen der auf Jodsilber wirkenden Sonnenstrahlen bestimmt sind, und diese scharfe Begrenzung ist gewiss im höchsten Grad auffallend und ein Anhaltpunkt für die chemische Wirkung.

Die Intensität der chemischen Wirkung auf Jodsilber ist zugleich zwischen den Linien *G* und *H*, also bei Lichtwellen von 396 bis 429 Milliontel-Millimetern, am größten und fast gleichförmig. Sie nimmt aber von 429 bis 433 rasch, von 396 bis 354 langsam ab, welches wohl auch von der großen Anzahl der dunklen Linien herrühren mag, die Stokes mit *l*, *m* und *n* bezeichnet hat.

Aus meinen bis jetzt auf ähnliche Art angestellten Versuchen scheint eine ebenso bestimmte Gränze für die Wärmewirkung des Lichtes zu bestehen; ich habe aber diese Untersuchung noch nicht weit genug fortführen können.

Die Brechung der auf Chininpapier oder andern fluorescirenden Körpern aufgefangenen Beugungsspectra, durch ein vor das Auge gehaltenes Prisma bietet ebenso schöne als interessante Erscheinungen dar. Befinden sich z. B. die Spectra in horizontaler Linie und hält man das Prisma, mit der brechenden Kante nach unten, horizontal vor das Auge, so erscheinen alle Spectra, in Folge der verschiedenen Brechbarkeit des farbigen Lichtes, gekrümmt und gänzlich von einander getrennt, selbst da, wo sie, ohne Prisma betrachtet, über einander gehen. Von der tiefsten Stelle im violetten Theil geht zugleich ein schwach leuchtendes Spectrum, ohngefähr von der Breite des Zwischenraums zwischen *u* und *g* vertical hinauf, welches oben roth und unten blau ist. Dieses Spectrum ist natürliche Folge des durch die Fluorescenz in weiß umgewandelten Lichtes der brechbarsten Strahlen. Durch die Schönheit dieser Erscheinungen kam ich auf den Gedanken auch die Zerlegung der Beugungsspectra objectiv darzustellen. Ich brachte deshalb dicht hinter dem Objectivglas, welches zur Projicirung

der Beugungsspectra auf die in den Annalen Bd. 98, S. 353 von mir beschriebene Art diente, also auf der Seite gegen den Schirm, ein Flintglasprisma an, dessen brechende Kante senkrecht zu den Linien im Gitter war und drehte es so, dass die Ablenkung der Strahlen ein Minimum wurde. Das entstandene Bild fing ich auf einem 2,5 Meter ins Geviert haltenden Schirm auf. Sind die Gitterlinien horizontal, so müssen die Beugungsspectra in einer verticalen Linie liegen. Auf dem Schirm erschien in diesem Fall das Bild des Spalts als ein langes gerades und horizontales Spectrum von glänzenden Farben. Sowohl über als unter diesem Spectrum erschienen noch 14 bis 15 immer schwächer werdende Spectra, welche in Folge der verschiedenen Brechbarkeit und Lage gekrümmmt waren. Durch eine gehörige Verstellung des Prisma gegen die Mitte des Gitters brachte ich es dahin, dass vertical vor dem rothen Theil des mittelsten Spectrums, durch Reflexion von der Vorderfläche des Prismas das unzerlegte ursprüngliche Beugungsspectrum auf den Schirm fiel. So erscheinen beide Bilder, das directe und das zerlegte, neben einander. Das Ganze bietet schon an und für sich einen prächtigen Anblick, der sich ohne Abbildung nicht wohl beschreiben lässt; als ich nun auch noch dieses Bild auf fluorescirendem Papier auffing, verlängerten sich die Schweife der innersten Spectra in lange weisse Streifen, die das Daseyn des unsichtbaren Lichtes in jedem einzelnen verriethen. Geschickte Photographen fänden hier ein reiches Feld für ihre Thätigkeit, und ich glaube, dass das Beugungsspectrum wegen der verschiedenen Intensitäten seiner Theile für sie von grossem Nutzen seyn kann.

Das Beugungsgitter ist fortan, wie es mir scheint, auf die angegebene Art benutzt, in Verbindung mit einem guten Objectivglas ein für den Physiker unentbehrlicher Apparat, und macht in vielen Fällen den mit Uhrwerk versehenen Heliostat ganz entbehrlich; denn indem der zweite Spalt und das Gitter unverrückt stehen bleiben, und der gewöhnliche Heliostat nur von Zeit zu Zeit wieder ge-

richtet werden muss, fallen die feinsten dunkeln Linien stets genau auf dieselbe Stelle des Schirms. Davon kann man sich durch die zweite Photographie am besten überzeugen. Ich hatte dazu absichtlich so unempfindliches Collodium genommen, das das negative Bild drei Minuten brauchte. Dazwischen wurde der Heliostat nur 5 oder 6 Mal wieder gerichtet, und dennoch sind die Linien im zweiten Spectrum so scharf und rein, wie man sie kaum im Fernrohr sieht. Man kann darum auf dieser Photographie mit Hülfe eines Handzirkels und der obigen Formel die Wellenlänge so genau bestimmen, wie sie Fraunhofer gefunden hat; denn die unbedeutenden Unterschiede röhren wahrscheinlich nur von einem kleinen Fehler in der Messung des Abstandes e zweier Gitteröffnungen her.

Carlsruhe, im Juni 1856.

XV. Untersuchung über den Sauerstoff im activen Zustand; von Hrn. A. Houzeau.

(*Compt. rend. T. XLIII*, p. 34. Auszug aus einer zweiten Abhandlung über diesen Gegenstand. Siehe die erste in den Annalen Bd. 95, S. 484.)

Ist der oxydirende Stoff des Hrn. Schönbein identisch mit dem activen Sauerstoff, oder, besser gesagt, bildet nicht das Ozon, welchen Ursprungs es auch sey, einen und denselben Körper mit dem activen Sauerstoff, welchen das Bariumhyperoxyd unter Einfluss der concentrirten Schwefelsäure ausgiebt? Dies ist der Gegenstand der zweiten Abhandlung, welche ich dem Urtheile der Akademie unterwerfe.

Die neuen Untersuchungen, welche ich im Laboratorio des Hrn. Boussingault verfolgt habe, und die, ihren Hauptresultaten nach, im December 1855 durch die Vor-

träge im *Conservatoire des Arts et metiers* bekannt geworden sind, beweisen:

I. Dafs das Ozon, aus welcher Quelle es auch stamme, alle Eigenschaften des activen (*naissant*) Sauerstoffs besitzt, wie es in den *Comptes rendus* der Akademie von 1855 (Ann. Bd. 95, S. 484) aus einander gesetzt worden ist.

2. Dafs das Ozon, auf welche Weise es auch bereitet seyn möge, einerlei Beschaffenheit mit dem aus dem Bariumhyperoxyd dargestellten Sauerstoff besitzt, d. h. dafs es immer ein und derselbe einfache Körper ist, Sauerstoff in einem eigenthümlichen Molecularzustand.

Diese zweite Folgerung beruht auf nachstehenden, durch Synthese und Analyse scharf festgestellten Thatsachen.

I. Reiner und durch die bekannten Mittel möglichst vollkommen getrockneter Sauerstoff wird riechend und aktiv, wenn man ihn, eingeschlossen in eine mit zwei Platindrähten versehene Glaskugel, einer Reihe von elektrischen Funken aussetzt (Wiederholung der Versuche von Marignac und De la Rive, von F remy und Ed. Bequerel).

II. Reiner und trockner Sauerstoff, eingeschlossen in eine Glaskugel, und in Gegenwart von ätzendem Baryt oder wasserfreier Phosphorsäure, die in einem leichten Flaum auf die Innenwand besagter Kugel ausgestrichen ist, abwechselnd der Wirkung der Elektricität und der Wärme ausgesetzt, erlangt, verliert, und erlangt abermals alle bekannten activen Eigenschaften.

III. Das Ozon, aus welcher Quelle es auch stammen möge, bildet niemals Wasser, wenn es in Gegenwart von Glasstücken oder *Kupferoxyd*, bis zur dunklen Rothgluth und selbst darüber erhitzt wird.

Folglich enthält das Ozon kein Wasser, folglich ist es nicht ein Wasserstoffhyperoxyd, wie es Hr. Baumert scheint bewiesen zu haben.

Aber ist nicht der Stickstoff, wie man gesagt hat, ein Bestandtheil des Ozons? Nein, denn:

I. Destillirtes Wasser, dafs von freiem oder gebunde-

nem Stickstoff ganz frei ist, giebt nicht allein immer Ozon, wenn es, nach Ansäuerung mit reiner Schwefelsäure, auf ein Fünfzehntel seines ursprünglichen Volums reducirt wird (Bestätigung eines Versuchs der HH. Marignac, Fremy und E. Becquerel), sondern auch die Ozonmenge, die es unter diesen Umständen liefert, wird die doppelte und selbst dreifache von der, welche es zu Anfange seiner Zersetzung liefert.

II. Das riechende Gas der Elektrolyse wird, wenn es recht rein ist, von Kali und von Pyrogallussäure ohne wahrnehmbaren Rückstand absorbirt.

III. Dasselbe geschieht mit dem riechenden Gase, dessen activer Theil zuvor durch Jodkalium oder Silber absorbirt worden ist. Dies zeigt an, dass das Ozon bei seiner Fixation, nicht in einem assimilirbaren und in einem anderen unassimilirbaren Stoff zerlegt wird, wie es z. B. mit dem Stickstoffoxyd gegenüber dem Kalium der Fall ist.

IV. Das bei der Fixation des Ozons durch metallisches Silber gebildete Silberoxyd verliert durch Glühen genau eben soviel an Gewicht als das Silber bei seiner Oxydation gewonnen hat; und der wägbare Stoff, der sich unter diesen Umständen entwickelt, kann wiederum durch erhitztes Kupfer fixirt werden, welches dabei genau eben soviel an Gewicht zunimmt, als das Silber anfänglich zugenommen hat.

Bei einem Versuche z. B. absorbirte das Silber 11,5 Milligrm. Ozon und lieferte 11,1 Milligrm. gewöhnlichen Sauerstoff, von welchem das zuvor erhitzte Kupfer 11,7 Milligramm aufnahm.

Im Widerspruch mit den Angaben früherer Arbeiter beweisen diese Thatsachen überreichlich, dass das Ozon weder Stickstoff noch Wasserstoff enthält; und da einige Versuche, die zu diesem Schlusse führen, nur die Wiederholung derjenigen sind, welchen der active (entstehende) Sauerstoff unterworfen wurde, so kann eine Ungewissheit über die vollständige Einerleiheit beider oxydirender Stoffe nicht länger bestehen. Ueberdies findet man auch Spuren

dieser Analogie in den fast ähnlichen Charakteren, welche die Volta'sche Wasserzersetzung und die Reaction der Schwefelsäure auf Bariumhyperoxyd bei der Erzeugung des activen Gases darbieten. So wie nämlich der entbundene active Sauerstoff nicht proportional ist der Menge des angewandten Bariumhyperoxyds und seine Erzeugung abnimmt in dem Maasse als die Wässerung der Schwefelsäure zunimmt oder die Temperatur sich (von einer gewissen Gränze ab) mehr erhöht, ebenso ist es in dieser Abhandlung und durch noch genauere numerische Rechnungen bewiesen, dass die insgemein so eigensinnige Darstellung des Ozons durch Elektrolyse des Wassers bei ungeänderter Grösse und gegenseitiger Entfernung der Elektroden den folgenden drei Sätzen unterliegt:

1. Bei wenig geänderter Zusammensetzung und Temperatur der elektrolytischen Flüssigkeit wächst der Gehalt des riechenden Gases an activem Sauerstoff mit der Intensität der Batterie, ist aber nicht proportional dieser Intensität. Eine elektrolytische Flüssigkeit, welche mit 8 Bunsen'schen Elementen 1,95 Milligrm. des activen Gases gab, lieferte, in einem gleichen Volume Sauerstoff, mit 80 solchen Elementen 4,29 Milligrm. davon.

2. Werden Intensität der Batterie und Zusammensetzung der elektrolytischen Flüssigkeit wenig geändert, so nimmt der Gehalt des riechenden Gases an activem Sauerstoff ab mit Erhöhung der Temperatur der elektrolytischen Flüssigkeit.

3. Wenn die Temperatur der elektrolytischen Flüssigkeit und die Intensität der Säulen sich wenig ändern, wächst der Gehalt des riechenden Gases an activem Sauerstoff mit der Menge der hinzugefügten Schwefelsäure, scheint aber derselben nicht proportional zu seyn¹⁾.

In dieser Beziehung stimmen meine Versuche mit den unter anderem Gesichtspunkt angestellten des Hrn. Meidinger.

Hieraus folgt, dass man, um mit einer gegebenen elek-

1) Es sind noch andere Ursachen in Rechnung zu ziehen.

trischen Intensität möglichst viel Ozon zu erhalten, sehr stark angesäuertes Wasser oder vielmehr schwach verdünnte Säure anwenden muss. Thatsächlich ist es mit acht Bunsen'schen Elementen nicht möglich, aus einem mit 0,05 seines Volums angesäuerten Wasser Ozon zu erhalten, selbst wenn man etwas reine Chromsäure hinzufügt, während man dasselbe merklich schon mit zwei solchen Elementen aus einigen Cubikcentimetern Schwefelsäure bekommt, die ein Fünftel an Wasser enthält. Verschiedene andere Gründe lassen mich vermuten, dass das Wasser nur fähig ist Ozon zu erzeugen, sobald es Theil einer Verbindung ($\text{HO}^{\circ}\dots\text{BaO}^{\circ}$) ausmacht.

Die oxymetrische Methode, die zur Bestimmung der in dieser Abhandlung aufgeführten numerischen Data gedient hat, beruht darauf, dass Jodkaliumlösung in Gegenwart einer titrirten Schwefelsäure durch activen Sauerstoff scharf zersetzt wird, in Jod, das niederfällt, und in Kali, welches sich darauf mit der Schwefelsäure verbindet. Wenn die Flüssigkeiten verdünnt sind, bildet sich kein Jodat. Da die Schwefelsäure fix und das Jod flüchtig ist, so erlaubt ein einige Minuten langes Sieden der Flüssigkeit, nach vorheriger Erkaltung, die Fortsetzung der Tritirung der Säure, in Gegenwart von Lackmus, mit irgend einer alkalischen Flüssigkeit. Aus der gefundenen Kalimenge berechnet man den mit dem Kalium vereinten Sauerstoff, welcher das im untersuchten Gasgemenge enthaltene Ozon (activen Sauerstoff) repräsentirt. Diese Methode ist so sicher, so rasch und genau, dass sie mir erlaubt hat, den Ozongehalt der Atmosphäre zu bestimmen. Er beträgt etwa ein Hundert-Milliontel¹⁾.

Bei Anwendung derselben auf den speciellen Fall der Brechung des activen Sauerstoffs in dem durch die drei üblichen Methoden bereiteten riechenden Gase, habe ich gefunden, dass ein Liter riechendes Gas, bereitet aus Bariumhyperoxyd, enthalten kann 3 bis 7 Milligrm. activen

1) Diese Schätzung ist indes noch mit allem Vorbehalt gegeben.

Sauerstoff; bereitet durch Elektrolyse der Schwefelsäure: 2 bis 6; und mittelst Phosphor: 0,2 bis 0,5.

Schliefslich füge ich hinzu, das man auch in den zahlreichen elektro-chemischen Reactionen, mit denen Hr. Bequerel sen. die Wissenschaft bereichert hat, einen Grund findet, das Ozon mit dem activen Sauerstoff der neueren Chemiker zu identificiren; denn wenn der freie active Sauerstoff die arsenige Säure in Gegenwart von Wasser zu Arsen-säure oxydirt, wie es das Bariumhyperoxyd bei Gegenwart von Säuren thut, so bewirkt das Wasser an sich diese Ueberoxydation unter Einfluss von Chlor oder einem einfachen elektrischen Strom.

XVI. Der Parastilbit, eine neue Mineralspecies; von W. Sartorius v. Waltershausen.

In einem halbzersetzen Trappgestein bei Thyrill am Hvalfjordr in Island, bemerkte man neben Desmin, Heulandit, Chabasit und Kalkspat ein dem Epistilbit zwar ähnliches, doch charakteristisch verschiedenes Mineral, welches ich mit dem Namen Parastilbit bezeichne. Die stöchiometrische Formel fand sich aus einer sorgfältigen Analyse:



Der Parastilbit besitzt darnach zwei Atome Wasser weniger als der Epistilbit. Die chemische Analyse mit der Formel verglichen, giebt folgendes Resultat:

	Beobachtet.	Berechnet.
Kieselerde	61,868	62,246 + 0,378
Thonerde	17,833	17,620 — 0,290
Kalkerde	7,320	6,930 — 0,390
Natron	1,997	1,890 — 0,107
Kali	1,780	1,685 — 0,095
Wasser	9,202	9,264 + 0,062
	100,000.	99,635.

Die Härte des Parastilbits ist etwas größer als die des Epistilbits. Das spec. Gew. = 2,30. Farbe weiß, Glanz, der Perlmuttenglanz des Epistilbits weniger bemerkbar. Spaltbarkeit parallel 010.

Die beobachtete Krystallformen t 011, m 110

tt'	69°	$9,0$	Winkel der Flächennormalen.
uu'	43	$21',3$	

Die Bezeichnung ist die von Brooke und Miller. Siehe Phillips Mineralogie S. 441.

Bei der genaueren Prüfung des Parastilbits wurde auch der fast wasserhelle Epistilbit von Bernfjord in Island noch ein Mal gemessen.

Die Winkel weichen von denen von Miller angegebenen etwas ab.

Für	fand Miller.	S. v. VV.
tt'	70° 14'	69° 47' (3)
mm'	44 50	44 26
uu'	62 37	62 30 (2).

XVII. Notiz über die Krystallform des Aldehyd-Ammoniaks; von Hrn. Ch. Heusser.

Hr. Rammelsberg hat in Pogg. Ann. Bd. 90, S. 39 die Form des Aldehyd-Ammoniaks als rhomboedrisch beschrieben, und fand diese Ansicht, nachdem ich dies Salz für zwei- und eingliedrig gehalten (vergl. Pogg. Ann. Bd. 94, S. 638), durch neue Messungen bestätigt. — Auch ich habe seitdem wieder neue, leider aber wieder nur sehr beschränkte, Messungen an Krystallen gemacht, die Hr. Prof. Städeler die Güte hatte in seinem Laboratorium darstellen zu lassen, die mich aber noch keineswegs davon überzeugen, dass das betreffende Salz nothwendig rhomboedrisch seyn müsse. — Diese Krystalle erlaubten bloß an

drei Exemplaren die Neigung der Schiefendfläche zur Säulenfläche (oder in rhomboödrischer Stellung die Neigung zweier Rhomboederflächen in der Lateralkante) zu messen; und zwar wurde dieselbe gefunden:

95° 0'

95 16

95 23

Berechnen wir nun aber unter der Annahme, dass die Krystalle zwei- und eingliedrig seyen, und aus den von mir aufgestellten Axenwerthen:

$$a : b : c = 1 : 0,95062 : 0,13343$$

die Neigung der Schiefendfläche zur Säulenfläche, so ergiebt sich für den scharfen Winkel der Werth:

84° 45'

also für den stumpfen:

95° 15'

Diese Uebereinstimmung des berechneten Winkels mit den drei angegebenen Messungen spricht so ziemlich dafür, dass das Salz zwei- und eingliedrig sey.

Bei der Annahme, dass die Krystalle rhomboödrisch seyen, bleibt dagegen immer noch nach Hrn. Rammelsberg's eigenen neuesten Messungen für zwei Winkel, die einander gleich seyn sollten, eine Differenz von 32'; Hr. Rammelsberg findet nämlich zwei Neigungswinkel in den Lateralkanten:

95° 38'

und 96° 6

Vergleichen wir damit Hrn. Rammelsbergs frühere Messungen, so werden die Differenzen noch gröfser. Hr. Rammelsberg hat in seiner ersten Arbeit der Berechnung den Winkel in der Endkante = 85° 16' zu Grunde gelegt; daraus folgt der Winkel in der Lateralkante.

= 94° 44'

der also von einer der letzten Messungen nicht weniger als 54' differirt.

Die drei von Hrn. Rammelsberg angeführten Messungen:

$p : a' = 132^\circ 22'$
 $c : o = 132^\circ 34'$
 $p : o' = 132^\circ 24'$

scheinen mir trotz ihrer nahen Uebereinstimmung Nichts für die rhomboëdrische Krystallisationsform zu beweisen. Ich denke nämlich, dieselben sind nicht an ein- und demselben Krystall ausgeführt; wenigstens sagt dies Hr. Rammelsberg nicht ausdrücklich, und ich habe unter allen mir zu Gebote stehenden Krystallen nicht Einen gefunden, an dem drei verschiedene Winkel hätten gemessen werden können. Nun sind aber in der That die Krystalle einem Rhomboëder so ähnlich, dass man ohne Messung gar nicht sagen kann, welches die gepaarten Flächen, und welches die Abstumpfung der scharfen Säulenkante sey. Zehn Messungen, die alle dem Werth $132^\circ 25'$ bis $132^\circ 30'$ nahe wären, würden daher noch Nichts für das Rhomboëder beweisen, weil man immer die Neigung einer gepaarten Fläche zur Säulenfläche könnte gemessen haben, während dagegen eine einzige sichere Messung, die bedeutend von diesem Werth abweicht, entschieden für das Hendyoëder spricht.

Trotz dem halte ich es für möglich, dass die Krystalle rhomboëdrisch sind, da constant neben beiden gepaarten Flächen die Abstumpfung der scharfen Säulenkante vorkommt, welche drei Flächen zusammen, also das erstere stumpfere Rhomboëder bilden würden. Würde bisweilen die Abstumpfung der stumpfen Säulenkante vorkommen, ohne dass zugleich Flächen aus der stumpfen Hälfte der Kantenzone mit aufträten, so wäre damit das zwei- und eingliedrige System festgestellt; allein diese Abstumpfung der stumpfen Säulenkante habe ich an zahlreichen Krystallen nie beobachtet.

Für den Fall, dass die Krystalle rhomboëdrisch seyn sollten, bleibt allerdings der von mir gemessene Winkel in der scharfen Säulenkante $= 87^\circ 6'$ auffallend. Rhomboëdrisch wäre derselbe also die Neigung in der Endkante, und würde von der ihm am nächsten stehenden Messung

des Hrn. Rammelsberg ($85^{\circ} 16'$) fast um 2° differiren. Wie viel darf bei solchen Differenzen auf Rechnung der fehlerhaften Messung, wie viel auf Rechnung der unvollkommenen Krystallausbildung gelegt werden? — Ich glaube, das einzige Mittel, die vorliegende Frage unzweifelhaft zu entscheiden, ist eine optische Untersuchung des Salzes. Leider fand ich aber keine Krystalle, die gross genug waren, um sich anschleifen zu lassen. Ohne Zweifel würde dies Salz aber auch die beim Schleifen nothwendige Behandlung mit irgend einer Flüssigkeit nicht ertragen, ohne sich zu zersetzen.

XVIII. Notiz über die Krystallform des Pennin; von Hrn. Ch. Heusser.

Die Frage über die Krystallform des Aldehyd-Ammoniak veranlaßt mich, hier noch eine Bemerkung mitzutheilen, die ich an dem bis jetzt für rhomboödrisch gehaltenen Pennin gemacht habe. Es ist der Pennin als rhomboödrisch beschrieben worden von Hrn. Froebel in Pogg. Ann. Bd. 50, S. 523; jedoch hat Hr. Froebel bloß sehr ungenaue Messungen mit dem Anlegegoniometer ausführen können. — Hr. Haidinger nimmt zwar in Pogg. Ann. Bd. 95, S. 622 den Pennin als rhomboödrisch an, läßt es aber doch dahingestellt, ob er es wirklich sey. Auch in mir steigen Zweifel auf an der rhomboödrischen Form dieses Minerals, als ich letzten Sommer eine grosse Menge Pennin-Krystalle in Zermatt gesammelt hatte. Zu einer Messung mit dem Reflexionsgoniometer eignete sich aber leider kein einziger Krystall. Dagegen konnte ich mit Leichtigkeit natürliche Bruchstücke von so geringer Dicke mir verschaffen, daß dieselben vollkommen durchsichtig waren, und zwar von sehr schöner grünlich blauer Farbe.

Es hat nämlich der Pennin einen sehr vollkommen blättrigen Bruch parallel der geraden Endfläche, wenn derselbe rhomboëdrisch ist; es müssen also in diesem Fall die natürlichen Bruchstücke im polarisirten Licht die bekannten Farbenringe optisch-axiger Krystalle zeigen. Ich fand aber keine Spur derselben; allerdings waren die angewendeten Platten ziemlich dünn, so daß möglicherweise die Ringe der Gröfse wegen nicht sichtbar wurden. Indes auch von dem schwarzen Kreuz, das die Ringe durchschneiden sollte, wenn die Krystalle rhomboëdrisch wären, war keine Spur zu sehen.

Ich habe diese Beobachtung schon letzten Herbst gemacht, aber dieselbe so lange nicht veröffentlicht, weil ich hoffte, diesen Sommer mir eine gröfsere Menge Pennin-Krystalle zu verschaffen, und darunter einen zu finden, der entweder zu einer Messung mit dem Reflexionsgoniometer sich eignen, oder eine durchsichtige Platte von gröserer Dicke liefern würde. Da ich diesen Plan kaum mehr ausführen kann; wollte ich die Beobachtung mittheilen, damit vielleicht ein anderer Mineraloge den Pennin zum Gegenstand genaueren Studiums mache. Auch seines Pleochroismus wegen, der schon von Hrn. Froebel erwähnt ist, bietet der Pennin grosses Interesse.

XIX. Notizen.

1. *Ueber die Schichtung des elektrischen Lichts.* — Bei Wiederholung meiner früheren Versuche ist mir aufgefallen, wie leicht man, selbst ohne Condensation, in der Masson'schen Leere, das stratificirte Licht durch Reibungs-Elektricität hervorbringen kann. Den Funken vom Conductor der gewöhnlichen Maschine lasse ich auf den einen Platindraht meiner Masson'schen Röhre überspringen, während der andere Draht mit dem Hause oder einer Stange ableitend berührt wird. Jeder Funke giebt alsdann das bekannte Licht, worin die Stratification aufs deutlichste erkannt wird, eben so gut wie bei meinen früheren Versuchen; die Intensität des Lichts ist aber dabei beträchtlich schwächer als bei Anwendung der Leidner Flasche. Sonderbar ist es doch: bei Entladung der Flasche durch feuchte

Leiter hat man Stratification, bei Entladung der Flasche durch metallische Leitung keine, und nun, ohne Anwendung der Flasche, durch den gewöhnlichen Funken wiederum Stratification. Alles scheint darauf hinzudeuten, dass zur Hervorbringung der Stratification nur Verzögerung oder längere Dauer der Entladung nöthig sey. (*Briefl. Mittheil. von Prof. Van der Willigen, Deventer 14. Aug. 1856.*)

2. Elektroskopische Benutzung des elektrischen Eies. — Ein sogenanntes elektrisches Ei von kleinen Dimensionen (etwa von 3 bis 4 Zoll Durchmesser, wie das in d. Ann. Bd. 94, S. 305 erwähnte, oder besser, noch viel kleiner) lässt sich mit Vortheil gebrauchen, um verschiedene Sätze der Elektricitätslehre, namentlich die in Bezug auf den Elektrophor, nicht allein mit Leichtigkeit, sondern auch sehr augenfällig nachzuweisen. Man stellt es zu dem Ende wohl ausgepumpt, auf den Deckel des Elektrophors, und hält diesen an seinen Schnüren dergestalt, dass man zugleich die obere Messingfassung des Eies zwischen die Finger nimmt, um sie ableitend zu berühren und das Instrument vor dem Umfallen zu schützen. Setzt man nun den Deckel langsam auf den zuvor erregten Harzkuchen (von dem natürlich die Ableitung zur Form entfernt seyn muss), so erhält man zwischen den Kugeln im Ei einen leuchtenden elektrischen Strom von merklicher Dauer, der durch seine Richtung die Natur der aus dem Deckel entweichenden Elektricität unmittelbar angiebt, ohne dass es dazu, wie beim gewöhnlichen Elektrometer, einer besonderen Untersuchung bedarf. Es erscheint nämlich in diesem Falle die untere Kugel mit dem blauen Glimmlicht bekleidet, zum Beweise, dass durch die Vertheilung negative Elektricität aus dem Deckel getrieben wird. Beim Abheben des Deckels hat man die umgekehrte Erscheinung. Isolirt man den Elektrophor, so kann man dieselben Versuche auch an der Form anstellen. — Ein eigends hiezu angefertigtes kleines Ei, in welchem die Elektricität sich nur über sehr geringe Metallmassen verbreiten könnte, würde offenbar zu diesen und anderen Anwendungen noch zweckmässiger seyn.

(P.)